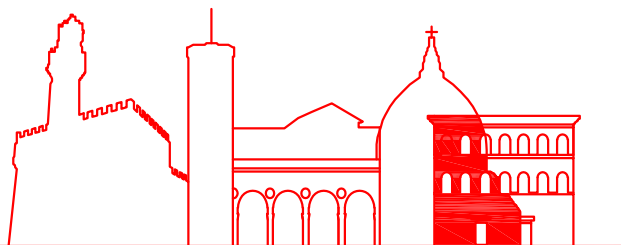


COMUNE DI
FIRENZE

DIREZIONE AMBIENTE



REALIZZAZIONE DI UN'AREA CANI E DI UN NUOVO PERCORSO PEDONALE NEL PARCO DI SAN BARTOLO FINANZIATO CON MONETIZZAZIONE AT 08.23 MURICCE 2

C.O. 210344
PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile Unico del Progetto:
Dott.ssa Cecilia Cantini



CECILIA CANTINI
Comune di Firenze
21.12.2023
15:12:24
GMT+00:00

Progettisti:

Geom. David Bacchi
Arch. Francesca Giannelli



Francesca Giannelli
COMUNE DI
FIRENZE
21.12.2023 15:18:22
GMT+01:00



Bacchi David
Comune di
Firenze
21.12.2023
15:53:22
GMT+01:00

SPECIFICHE TECNICHE (CSA2)



Il presente Capitolato Speciale d'appalto – Parte II prende a riferimento, quale testo base, la “Guida delle lavorazioni e norme di misurazione” approvato con D.G.R.T. 491/2023, che viene integrato con i capitolati tecnici prestazionali in uso presso i diversi settori tecnici di questa Amministrazione, riportati in allegato.

Si precisa che le presenti specifiche tecniche potranno essere oggetto di integrazioni in sede di contratti attuativi in base a lavorazioni specifiche in essi previste.

Elenco allegati:

ALLEGATO A: “GUIDA DELLE LAVORAZIONI E NORME DI MISURAZIONE”

ALLEGATO B: “CSA II PARTE TECNICA: LAVORI STRADALI”

ALLEGATO C: “CSA II PARTE TECNICA: SPECIFICHE TECNICHE OPERE EDILI”

ALLEGATO A
**“GUIDA DELLE LAVORAZIONI E NORME DI
MISURAZIONE”**

(D.G.R.T. n.491/2023 Regione Toscana 2023/1)

PREZZARIO DEI LAVORI DELLA TOSCANA

2023/1

GUIDA DELLE LAVORAZIONI E NORME DI MISURAZIONE

2023/1

(INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI)

Indice generale

Paragrafo 1 – Premessa.....	6
DM M.I.T.E. 23 giugno 2022 (Gu 6 agosto 2022, n. 183) “Criteri ambientali minimi per l’affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l’affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l’affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.”.....	7
PARAGRAFO 2- TIPOLOGIA 01 - NUOVE COSTRUZIONI EDILI.....	8
CAPITOLO A03 - Demolizioni.....	9
CAPITOLO A04 - Scavi.....	11
CAPITOLO A05 - Rinterri e rilevati.....	14
CAPITOLO A06 - Vespai.....	16
CAPITOLO B02 - Casseforme.....	17
CAPITOLO B03 - Acciaio.....	19
CAPITOLO B04 - Calcestruzzi.....	25
CAPITOLO B07 - Muratura portante.....	28
CAPITOLO B08 - Solai.....	31
CAPITOLO C01 - Muratura non portante.....	35
CAPITOLO C02 – Pareti e controsoffitti in cartongesso.....	37
CAPITOLO C03 - Coperture.....	41
CAPITOLO D01 - Isolamenti termici.....	44
CAPITOLO D05 - Impermeabilizzazioni.....	53
CAPITOLO E01 - Intonaci.....	56
CAPITOLO E02 - Pavimenti.....	58
CAPITOLO E03 - Rivestimenti.....	61
CAPITOLO E04 - Assistenze murarie.....	62
CAPITOLO E05 - Massetti e sottofondi.....	63
CAPITOLO E07- Istallazione di infisso esterno.....	65
CAPITOLO F03 - Opere da vetraio.....	68
CAPITOLO F04 - Tinteggiature e verniciature.....	70
CAPITOLO F05 - Opere da lattoniere.....	73
CAPITOLO F06 - Scarichi e fognature.....	75
PARAGRAFO 3 - TIPOLOGIA 02 - RISTRUTTURAZIONI EDILI.....	77
CAPITOLO A03 - Demolizioni, smontaggi, rimozioni e puntellamenti.....	78
CAPITOLO A04 - Scavi.....	81
CAPITOLO A07 - Trasporti e movimentazioni.....	84
CAPITOLO B04 - Calcestruzzi.....	86
CAPITOLO B08 - Solai.....	89
CAPITOLO B10 - Consolidamenti e rinforzi strutturali.....	92
CAPITOLO C01 - Muratura di pareti e tramezzi.....	95
CAPITOLO C03 - Coperture.....	97
CAPITOLO D01 – Isolamenti termici CAM.....	99
CAPITOLO D06 - Risanamenti e deumidificazioni.....	108
CAPITOLO E06 - Finiture.....	109
CAPITOLO E07- Sostituzione di infisso esterno.....	110
CAPITOLO F04 - Tinteggiature e verniciature.....	113
PARAGRAFO 4 - TIPOLOGIA 04 - NUOVE COSTRUZIONI STRADALI CARRABILI E NON CARRABILI.....	115
CAPITOLO A04 - Scavi.....	116
CAPITOLO A05 - Rilevati stradali.....	119
CAPITOLO A07 - Trasporti e movimentazioni.....	123

CAPITOLO B03 - Acciaio.....	125
CAPITOLO B12 - Corpi stradali.....	128
CAPITOLO E02 - Pavimentazioni stradali.....	130
CAPITOLO E06 - Finiture stradali.....	133
CAPITOLO E07 - Segnaletica stradale.....	135
CAPITOLO E08 - Barriere stradali, recinzioni e antirumore.....	137
CAPITOLO E09 - Sistemazioni superficiali del terreno.....	140
CAPITOLO F06 - Fognature stradali.....	141
CAPITOLO F07 - Drenaggi.....	143
CAPITOLO F08 - Condotte e cavidotti stradali.....	145
CAPITOLO G01 - Sezioni stradali finite.....	146
PARAGRAFO 5 - TIPOLOGIA 05 - MANUTENZIONI DI OPERE STRADALI.....	148
CAPITOLO A03 - Demolizioni.....	149
CAPITOLO A09 – Rinterri stradali.....	152
CAPITOLO E02 – Pavimentazioni Stradali.....	154
CAPITOLO E07 - Segnaletica stradale.....	157
CAPITOLO E08 - Barriere stradali, recinzioni e antirumore.....	159
PARAGRAFO 6 - TIPOLOGIA 09 - OPERE A VERDE.....	161
CAPITOLO E09 - Lavorazione e sistemazioni del terreno.....	162
CAPITOLO V01 - Manutenzione erbacee, arbusti, siepi, aiuole.....	165
CAPITOLO V02 - Manutenzione alberature.....	167
CAPITOLO V03 - Operazioni d’impianto.....	171
CAPITOLO V06 - Arredo del verde.....	176
PARAGRAFO 7 - TIPOLOGIA 12 - STRUTTURE IN LEGNO.....	177
CAPITOLO B07 - Pareti portanti in legno.....	178
CAPITOLO B08 – Solai in legno.....	181
PARAGRAFO 8 - TIPOLOGIA 14 - OPERE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO: PALI, MICROPALI, DIAFRAMMI E PALANCOLE, TIRANTI, TRATTAMENTI COLONNARI E GABBIONATE.....	183
CAPITOLO R01 - Pali trivellati.....	184
CAPITOLO R02 - Pali trivellati con elica continua.....	187
CAPITOLO R04 - Micropali.....	189
CAPITOLO R05 - Diaframmi continui.....	192
CAPITOLO R06 - Diaframma ad elementi - palancole.....	194
CAPITOLO R07 - Tiranti.....	195
CAPITOLO R08 - Gabbionate.....	197
CAPITOLO R09 - Muri in c.a., terre armate e terrapieni rinforzati.....	198
CAPITOLO R10 – Trattamenti Colonnari.....	200
PARAGRAFO 9 - TIPOLOGIA 16 - OPERE DI DIFESA DEL SUOLO.....	202
CAPITOLO A03 - Demolizioni, tagli e rimozioni.....	203
CAPITOLO A04 - Scavi.....	205
CAPITOLO A05 - Rilevati e ringrossi arginali.....	208
CAPITOLO B04 - Calcestruzzi.....	211
CAPITOLO B11 - Opere di sostegno e contenimento.....	214
CAPITOLO D05 - Impermeabilizzazioni.....	216
CAPITOLO E03 - Rivestimenti.....	218
CAPITOLO E08 - Recinzioni.....	220
CAPITOLO E09 - Sistemazioni superficiali del terreno.....	221
CAPITOLO F07 - Drenaggi.....	222
PARAGRAFO 10 - TIPOLOGIA 18 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	223
Capitolo w01 - sondaggi geognostici.....	224

PARAGRAFO 11 - TIPOLOGIA 24 - OPERE AGRICOLE.....	231
Norme di misurazione.....	231
Capitolo T01: Sistemazioni dei terreni.....	232
Capitolo T02: Lavorazioni dei terreni.....	233
Capitolo T03: Impianti di colture arboree, arbustive ed erbacee.....	234
Capitolo T32: Recinzioni.....	235
Capitolo T40: Trasporti e movimentazione materiali.....	235
Indicazioni procedurali per l'esecuzione delle lavorazioni.....	236
APPENDICI.....	239
“A” LE LINEE GUIDA SULLE POTATURE.....	240
.....	240

Paragrafo 1 – Premessa

Con la pubblicazione del Prezzario dei Lavori della Toscana - anno 2023/1 il contenuto del presente documento non è modificato in nessuna delle sue parti.

La presente Guida contiene le descrizioni e le norme di misurazione delle tipologie di opere presenti nel Prezzario e fornisce indicazioni operative per la corretta esecuzione delle relative lavorazioni.

La Guida riporta la descrizione delle lavorazioni corrispondente ai diversi Capitoli attualmente presenti nelle tipologie del Prezzario e fornisce per i medesimi:

1.le **norme di misurazione** utilizzate nel Prezzario per la composizione del prezzo; rappresentano un elemento fondamentale ai fini della comprensione delle modalità di formazione dei prezzi, nonché della corretta contabilizzazione delle opere.

2.la **definizione** della lavorazione stessa per come è stata descritta e individuata nel Prezzario;

3.le **principali normative di riferimento**, sia quelle obbligatorie (leggi, decreti legislativi, regolamenti comunitari, nazionali e regionali) che quelle di applicazione facoltativa ma costituenti buona pratica (circolari del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici, Linee Guida ITACA, norme UNI ...). **Si ricorda per queste ultime che, laddove la stazione appaltante ritenga opportuno dare loro carattere vincolante, dette norme dovranno essere inserite dalla stessa quali modalità di esecuzione all'interno dei singoli capitolati speciali.**

4.le **indicazioni procedurali operative per la corretta esecuzione della lavorazione**. Esse non hanno carattere nè obbligatorio nè vincolante, ma, se ritenute dalla stazione appaltante conferenti all'oggetto del proprio appalto, potranno essere dalla stessa utilmente inserite nel capitolato speciale nella sezione corrispondente alla descrizione della lavorazione. Resta inteso comunque che gli oneri per le operazioni di corretta esecuzione della lavorazione devono essere computati secondo le prescrizioni di legge e alcuni di essi potrebbero non essere comunque ricompresi nel prezzo dell'articolo corrispondente.

In linea con quanto avvenuto nella Guida dell'edizione passata, si conferma la scelta di non riproporre la descrizione delle lavorazioni CAM, in quanto non incidenti sulle norme di misurazione.

Si segnala invece l'aggiornamento normativo (tra cui quello relativo ai CAM) avvenuto nel Prezzario 2023 e riproposto quindi nel presente documento.

Come nelle edizioni passate, la Guida non contiene la normativa inerente la fase di progettazione dell'opera pertanto le norme inserite, sono state selezionate in quanto di rilievo per la sola fase esecutiva della lavorazione.

Di seguito le norme che si intendono richiamate per ogni tipologia e capitolo e che quindi non sono riportate nelle singole sezioni di riferimento:

- D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni “

- [DM M.I.T.E. 23 giugno 2022](#) (Gu 6 agosto 2022, n. 183) “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.”
- DPR n. 120 del 13 giugno 2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164. (17G00135) ([GU Serie Generale n.183 del 07-08-2017](#))
- D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016 n. 50 – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori servizi e forniture e successivi aggiornamenti e modifiche
- L.R. n. 65 del 10 novembre 2014 “Norme per il governo del territorio”.
- [DGRT n. 421 del 26 maggio 2014](#) “Aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012, recante "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519 /2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 - Revoca della DGRT 431/2006" e cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (DGRT 841/2007)
- DGRT n. 157 del 11 marzo 2013 “Linee Guida per la progettazione ed il controllo delle pavimentazioni stradali per la viabilità ordinaria”
- DPR 5 ottobre 2010 n. 207 – Regolamento di esecuzione e attuazione del “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori servizi e forniture” in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, per gli articoli che restano in vigore nel periodo transitorio.
- D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- D. Lgs. N. 152 del 3 aprile 2006 “Norme in materia ambientale”.
- D.M. Lavori pubblici . 145 del 19 aprile 2000 “Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni (G.U. n. 131 del 7 giugno 2000)”

La guida si compone inoltre di:

Appendice A - "Linee Guida per l'esecuzione delle potature degli alberi in ambiente urbano", approvate dal Comune di Firenze - Direzione Ambiente

Infine nell’ottica della massima partecipazione e condivisione si invitano gli operatori fruitori della Guida a segnalare rettifiche, integrazioni e suggerimenti inviando i propri contributi a

prezzariollpp@regione.toscana.it

PARAGRAFO 2- TIPOLOGIA 01 - NUOVE COSTRUZIONI EDILI

I prezzi sono relativi a una nuova costruzione di edilizia civile e si riferiscono a lavori con normali difficoltà di esecuzione.

Capitolo A03 – Demolizioni

Capitolo A04 – Scavi

Capitolo A05 – Rinterri e rilevati

Capitolo A06 – Vespai

Capitolo B02 – Casseforme

Capitolo B03 – Acciaio

Capitolo B04 – Calcestruzzi

Capitolo B07*– Muratura portante

Capitolo B08 – Solai

Capitolo C01*– Muratura non portante

Capitolo C02*– Pareti e controsoffitti in cartongesso

Capitolo C03 – Coperture

Capitolo D01*– Isolamenti termici

Capitolo D05 – Impermeabilizzazioni

Capitolo E01 – Intonaci

Capitolo E02*– Pavimenti

Capitolo E03*– Rivestimenti

Capitolo E04 – Assistenze murarie

Capitolo E05 – Massetti e sottofondi

Capitolo E07 – Installazione di infissi esterni

Capitolo F03 - Opere da vetraio

Capitolo F04*– Tinteggiature e verniciature

Capitolo F05 – Opere da lattoniere

Capitolo F06 – Scarichi e fognature

Nella presente edizione della guida i capitoli contrassegnati da “ * ” si riferiscono a norme di misurazioni ed indicazioni procedurali comuni alle lavorazioni CAM.

CODICE	CAPITOLO A03 - Demolizioni	(TIP.01)

A03 **DEMOLIZIONI:** eseguite con qualsiasi mezzo ad esclusione delle mine, compresi gli oneri per le opere provvisorie quali le puntellature, i ponti di servizio anche esterni fino ad un'altezza di m 2,00 e quant'altro necessario ad effettuare la demolizione a regola d'arte, compresi l'accatastamento nell'ambito del cantiere e/o il carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento, esclusi i costi di accesso per il loro conferimento e gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Le demolizioni sono computate:

- nel caso di interi edifici conteggiando gli effettivi volumi, calcolati vuoto per pieno, misurati dal filo delle pareti esterne e l'altezza massima della copertura, con esclusione di balconi, aggetti, comignoli, gronde e simili; m³
- nel caso di demolizione parziale di singoli elementi strutturali, conteggiando solo gli effettivi volumi da demolire. Per gli elementi orizzontali dei solai si considerano la superficie e lo spessore del pacchetto strutturale escluso travi e nervature emergenti. m³

DEFINIZIONE

Abbattimento graduale di edifici o altre strutture effettuato con mezzi meccanici o a mano.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L.R. n. 78 del 30/11/1998 " Testo Unico in materia di cave, torbiere, miniere, recupero di aree scavate e riutilizzo di residui".

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nei lavori elencati si intende compreso l'onere per la movimentazione del materiale demolito, con qualsiasi mezzo, anche a spalla, a deposito o al sito di carico sui mezzi, nonché tutti i trasporti verticali che si rendessero necessari.

Le demolizioni devono limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

Prima dei lavori di demolizione è necessario procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire, dopo di che si procederà all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie.

Le demolizioni, sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni.

I materiali in genere non devono essere gettati dall'alto, ma essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta.

Non deve essere sollevata polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta devono essere opportunamente bagnati.

Tutti i materiali riutilizzabili devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito, che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assemblamento, e per evitarne la dispersione.

I materiali di scarto devono essere sempre trasportati dall'impresa fuori del cantiere nei luoghi indicati dal Direttore dei Lavori.

CODICE	CAPITOLO A04 - Scavi	(TIP.01)

A04 **SCAVI:** compresi gli oneri per la rimozione di trovanti rocciosi e/o relitti di murature fino a m3 0,50; lo spianamento del fondo di scavo; la regolarizzazione delle pareti e dei cigli; il deflusso o l'agotto dell'eventuale acqua presente fino ad un battente massimo di cm 20, l'estirpazione di ceppaie, gli oneri per le opere provvisorie quali le sbadacchiature per scavi ad una profondità inferiore a 1,50 m, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono compresi l'accatastamento nell'ambito del cantiere e/o il carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento, esclusi i costi di accesso per il loro conferimento e gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Gli scavi sono computati:

- **Scotico:** rilevando la superficie lavorata; m²
- **Scavi di sbancamento e splateamento:** col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti, prima e dopo i relativi lavori; m³
- **Scavi a sezione larga e ristretta obbligata:** moltiplicando l'area del fondo scavo per la profondità del medesimo, misurata a partire dal punto più basso del perimetro; nel caso di scampanature praticate nella parte inferiore degli scavi i relativi volumi vengono misurati geometricamente, scomponendo, ove occorra, i volumi stessi in parti elementari più semplici. m³

DEFINIZIONE

Asportazione di rocce e/o terra e/o altro materiale, necessaria per la realizzazione di opere edili, eseguita con mezzi meccanici o a mano.

Si definiscono le diverse tipologie di scavo:

- **scotico:** asportazione di uno strato superficiale del terreno vegetale, per una profondità fino a 30 cm, eseguito con mezzi meccanici; l'operazione viene eseguita per rimuovere la bassa vegetazione spontanea e per preparare il terreno alle successive lavorazioni (scavi, formazione di tappeti erbosi, sottofondi per opere di pavimentazione, ecc). Escluso il taglio degli alberi con diametro del tronco maggiore di 10 cm e l'asportazione delle relative ceppaie;
- **scavo di sbancamento:** formazione di un piano praticato al di sopra di quello orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno, che sia aperto da almeno un lato;

- **scavo di splateamento:** realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento precedentemente eseguito, sempre che il fondo dello scavo sia accessibile ai mezzi di trasporto e comunque il sollevamento non sia effettuato mediante il tiro in alto;
- **scavo a sezione larga obbligata:** realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento o dello splateamento, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati;
- **scavo a sezione ristretta obbligata:** tutti gli scavi incassati per fondazioni continue, fondazioni isolate, trincee e simili, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati; realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno. Si precisa che all'interno del prezzo, lo scavo a sezione ristretta obbligata è ulteriormente suddiviso in puntuale e continua; la sezione puntuale si riferisce a plinti e buche, la sezione continua a scavi la cui larghezza massima non superi comunque il 1,50 m;

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n. 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella classificazione dei terreni si individuano tre principali tipologie:

- **terreni sciolti:** terreni di media consistenza, asciutti o poco umidi (argille, sabbie e ghiaie prive di cementazione) con resistenza a compressione <70 kg/cmq e comunque scavabili con benna semplice, o a mano;
- **rocce tenere:** formazioni di ceneri vulcaniche, pozzolane, tufo poco litoide con resistenza allo schiacciamento tra i 70 ed i 100 kg/cmq e comunque scavabili con benna da roccia;
- **rocce compatte:** pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss, ardesie, ecc.) e rocce magmatiche effusive (basalti, trachiti, etc.) con resistenza a compressione >100 kg/cmq e comunque scavabili con uso di martellone o di mine.

Gli scavi, per qualsiasi lavoro, devono essere eseguiti secondo i disegni di progetto.

Nell'esecuzione degli scavi occorre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, realizzando, in base alla natura del terreno, le pareti del fronte di scavo con inclinazione e tracciato adeguato, prendendo tutte le precauzioni necessarie quando opera nelle vicinanze di fabbricati e predisponendo canalette per l'allontanamento delle acque superficiali.

Nel caso di instabilità dei fronti di scavo, pericolo di danno a persone o opere, l'impresa ha l'obbligo di avvertire la Direzione Lavori ed il Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione, per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione del rischio.

Il ciglio del fronte di scavo deve essere messo in sicurezza e presso di esso non deve essere collocato il materiale scavato, evitando vibrazioni e presenza sul ciglio di mezzi o attrezzature pesanti. L'accesso allo scavo deve avvenire in sicurezza con l'utilizzo di rampe che evitino il ribaltamento del mezzo operativo.

Nei lavori elencati si intende compreso l'onere per la movimentazione del materiale scavato, con qualsiasi mezzo, anche a spalla, a deposito o al sito di carico sui mezzi, nonché tutti i trasporti verticali che si rendessero necessari.

Nel caso di interferenza dello scavo con servizi e condutture, sarà cura ed onere dell'impresa adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire la stabilità e l'integrità degli stessi, avvertendo e concordando le operazioni con i soggetti gestori dei servizi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere riutilizzate o trasportate successivamente in altro sito, esse devono essere depositate in luogo adatto e previsto in sede progettuale (in conformità al Piano di Utilizzo e al PSC se dovuto per legge), per essere poi riprese a tempo opportuno. Il deposito di materiale scavato deve essere fisicamente separato e gestito in modo autonomo rispetto ai rifiuti eventualmente presenti nel cantiere o nel sito temporaneo.

Il deposito del materiale scavato, in attesa dell'utilizzo (ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b) D.M. 161/2012), deve avvenire all'interno del cantiere (sito di produzione) o di altre aree previste (siti di deposito intermedio e di destinazione), identificando, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006, D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo e dell'art. 41 bis del decreto legge n. 69 convertito nella legge n. 98 del 2013.

CODICE	CAPITOLO A05 - Rinterri e rilevati	(TIP.01)

A05 **RINTERRI E RILEVATI:** eseguiti con materiali privi di sostanze organiche compresi spianamenti, costipazione a strati di spessore non superiore a cm 30, formazione di pendenze e profilature di scarpate, bagnatura e ricarichi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Rilevati: misurazione del volume col metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilievi eseguiti, prima e dopo i relativi lavori. m³

Rinterri di scavi a sezione ristretta o di buche: sono computati per il loro volume effettivamente misurato in opera. m³

DEFINIZIONE

L'insieme di opere che comportano spostamenti di materiale in genere, tese a colmare depressioni del terreno o a rialzarne il livello, eseguite con mezzi meccanici o a mano.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE.

Prima di procedere alla costruzione del rilevato, occorre asportare dal piano campagna il terreno vegetale, per una profondità da 30 a 50 cm, ed assicurarsi che il terreno sottostante al piano di posa sia idoneo a sopportare il peso dell'opera senza che si verifichino cedimenti. A questo scopo il piano di posa del rilevato deve essere accuratamente costipato mediante compattazione con rulli idonei. Quando invece il piano di posa del rilevato non ha buone caratteristiche di portanza, occorre

asportare lo strato di terreno non idoneo e sostituirlo con altro di idonee qualità e, se necessario, realizzare opere di drenaggio.

Per la formazione di un rilevato occorre che le terre utilizzate siano prive di materiale estraneo ed organico.

Il grado di addensamento da conferire al rilevato dipende dalla profondità dello strato rispetto al piano di posa della sovrastruttura.

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte della superficie d'impiego, per esservi successivamente riportato tramite mezzi di stesa. La granulometria dei materiali costituenti i diversi strati del rilevato deve essere la più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di materiali a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato. In ogni caso, il materiale non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 140 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati all'impianto di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto. Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Durante la costruzione del corpo dei rilevati occorre provvedere tempestivamente alla riparazione di danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori per più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.

È obbligo dell'impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'impresa nel reimpiego dei materiali provenienti dallo scavo o dall'uso di materiali provenienti da altri siti deve attenersi al Piano di utilizzo delle terre redatto ai sensi del D.M. 161/2012; in caso di violazione degli obblighi assunti nel Piano viene meno la qualifica di sottoprodotto del materiale da scavo con conseguente obbligo di gestire il predetto materiale come rifiuto.

CODICE	CAPITOLO A06 - Vespai	(TIP.01)

A06 **VESPAI:** realizzati in opera, in pietrame grezzo o con casseri in plastica a perdere, compreso lo spianamento, la bagnatura e la battitura del terreno ed ogni onere per la fornitura dei materiali e sua posa in opera. il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Vespaio: è computato misurando la superficie effettivamente realizzata. m²

DEFINIZIONE

Intercapedine vuota o riempita con materiale arido, atta a consentire e favorire il passaggio di aria tramite opportune prese di areazione esterne, realizzata sia quale idoneo isolamento dall'umidità di risalita tra il terreno e il soprastante piano di impalcato (gattaiolato, casseri a perdere ecc.), sia al fine di evitare l'accumulo di gas radioattivo Radon.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Vespai in ciottolame. Occorre aver cura di utilizzare materiale arido di idonea pezzatura e granulometria, privo di elementi friabili, impurità, scarti di lavorazioni, ecc. Lo spianamento con mezzo meccanico, ed anche a mano dove necessario, deve essere eseguito per strati non superiori a 30 cm opportunamente costipati, da computarsi a parte. Occorre avere cura di creare i previsti cunicoli di ventilazione e areazione, debitamente collegati ed intercomunicanti fra di loro, aventi questi sbocco direttamente all'esterno della struttura in modo da assicurare il giusto ricambio di aria. Lo spianamento superficiale deve avvenire con materiale adatto all'intasamento di cavi e per formare l'idoneo piano di posa per le successive operazioni costruttive.

Vespai in plastica rigenerata o materiale simile. La realizzazione deve avvenire in opera mediante posa di casseri prefabbricati, da posizionarsi sopra a getto di magrone livellato o direttamente a terra su sottofondo battuto e ben spianato. Tali elementi devono essere mutuamente collegati tramite le apposite pieghe preformate, perfettamente allineati ed atti a ricevere il successivo getto di calcestruzzo. Le parti finali e le chiusure laterali devono essere completate tramite apposizione di idonei elementi di chiusura e/o accessori, al fine di impedire l'ingresso del calcestruzzo nel sottostante vespaio. Si devono provvedere idonee prese di areazione sul perimetro esterno della muratura atte a favorire il necessario ricambio di aria.

CODICE	CAPITOLO B02 - Casseforme	(TIP.01)

B02 CASSEFORME: per getti di conglomerati cementizi fino ad una altezza massima di m 4,00 misurata dal piano di appoggio all'intradosso del cassero (per altezze superiori l'impalcatura di sostegno viene computata separatamente per le sue dimensioni effettive), compreso i sostegni, i puntelli, i cunei per il disarmo, la pulitura del materiale per il reimpiego, gli sfridi, il taglio a misura, il calo ed il sollevamento, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Casseforme: si computano secondo le superfici effettive, sviluppate al vivo, delle strutture in C.A. da gettare. m²

DEFINIZIONE

Armatura, generalmente in legno, in metallo, in isolanti di plastica o polistirolo, a perdere e non, realizzata in cantiere con funzione di contenimento del calcestruzzo fino al completamento della presa.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per tali opere provvisorie la responsabilità per la progettazione e l'esecuzione e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza è a carico dell'Appaltatore, il quale comunicherà preventivamente alla Direzione dei Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare.

Tutte le attrezzature devono essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si deve curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Prima del getto le casseforme devono essere pulite e lavate con getto di acqua per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti, disposti in strati omogenei continui.

La rimozione delle casseforme dai getti deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche e solo quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze e i tempi di maturazione del calcestruzzo. In assenza di specifici accertamenti, l'impresa deve attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) e comunque la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori. Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, devono essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi devono essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate. Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, devono essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

CODICE	CAPITOLO B03 - Acciaio	(TIP.01)

B03 **ACCIAIO:** per cemento armato ordinario e per carpenteria metallica tipo conforme alle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17/01/2018, compreso tagli, sagomature, legature con filo di ferro, sfridi e saldature, cali e sollevamenti, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Il peso verrà così determinato:

Acciaio di armatura del calcestruzzo: è computato misurando lo sviluppo lineare effettivo (segnando le sagomature e le uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario, desunto dalle tabelle ufficiali, corrispondente ai diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni e **le legature, gli eventuali distanziatori, le sovrapposizioni per le giunte e eventuali saldature.** Kg

Acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli: è computato moltiplicando lo sviluppo teorico dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e per il peso di questi determinato sull'unità di misura. Kg

Acciaio in barre per strutture in cemento armato precompresso e acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a fili aderenti: è computato moltiplicando lo sviluppo delle barre o dei fili , compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso delle barre o dei fili, determinato sulla unità di misura. Kg

Acciaio da carpenteria: è pesato prima della posa in opera, con pesatura diretta, a lavori di taglio e/o saldatura completamente ultimati (esclusa l'eventuale verniciatura e coloritura) Kg

DEFINIZIONE

Lega composta principalmente da ferro e carbonio, impiegato come materiale da costruzione per opere in cemento armato e costruzioni metalliche.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Principali norme riguardanti le condizioni tecniche di fornitura:

UNI EN 10025-1:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

UNI EN 10025-2:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

UNI EN 10025-3:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato

UNI EN 10025-4:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica

UNI EN 10025-5:2005 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

UNI EN 10025-6:2009 Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato

Norme riguardanti le caratteristiche dimensionali dei profili a sezione aperta - prodotti piani e lunghi sono:

UNI EN 10346:2015 - Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo – Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 10149-1:2013 – prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite snervamento per formatura a freddo - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura generali

UNI EN 10149-2:2013 – Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite snervamento per formatura a freddo - Parte 2: Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica

UNI EN 10149-3:2013 – Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite snervamento per formatura a freddo - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura degli acciai normalizzati o laminati normalizzati.

UNI 10279:2002 - Profilati ad U di acciaio laminati a caldo tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa

UNI EN 5681:1973 - Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Profilati a T a spigoli vivi. Dimensioni e tolleranze.

UNI EN 6762: 1970 - Profilati di acciaio laminati a caldo. Profilati a L a spigoli vivi e lati disuguali. Dimensioni e tolleranze

UNI EN 10024: 1996 - Travi ad I ad ali inclinate laminate a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma

UNI EN 10034: 1995 - Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma

UNI EN 10248-1:1997 – Palancole laminate a caldo di acciai non legati - Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10249-1:1997 – Palancole profilate a freddo di acciai non legati. Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10346:2015 – Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10279:2002 – Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa

UNI EN 10365:2017 – Profili a U di acciai laminati a caldo, travi I e H - Dimensioni e masse

Norme che regolano le condizioni tecniche di fornitura dei profili cavi sono:

UNI EN 10210-1:2006 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10219-1:2006 - Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura

Le norme che regolano le caratteristiche dimensionali dei profili cavi sono:

UNI EN 10210-2:2006 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

UNI EN 10219-2:2006 - Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

Norme riguardanti i procedimenti di saldatura e collegamenti meccanici sono:

UNI EN ISO 4063: 2011 - Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura e codificazione numerica dei processi

UNI EN 1011-1:2009 – Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco

UNI EN 1011-2:2005 – Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici

EN 9692-1: 2013 - Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai.

UNI EN ISO 9692-1:2013 – Saldatura e procedimenti connessi - Tipologie di preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai

UNI EN ISO 9692-2:2001 – Saldatura e procedimenti connessi - Preparazione dei giunti - Saldatura ad arco sommerso degli acciai

UNI EN ISO 14171:2016 – Materiali di apporto per saldatura - Fili elettrodi pieni, abbinamenti fili elettrodi pieni e fili elettrodi animati/flusso per saldatura ad arco sommerso di acciai non legati e a grano fino – Classificazione

UNI EN 14399-1 – Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 15048-1 – Assiemi di bulloneria strutturale non da precarico - Parte 1: Requisiti generali

NORME DI ACCETTAZIONE DEL MATERIALE

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere conformi al D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018; devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento (FPC) che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Come acciaio per cemento armato è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati a norma UNI EN ISO 9001:2000, identificati con le sigle B450C e B450A prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire sia in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori che in centri di trasformazione provvisti dei requisiti di cui al D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018.

Tutte le forniture devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e essere riconoscibili per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibili allo stabilimento di produzione, tramite marchiatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici,

dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata dalla documentazione prevista dal D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

L'acciaio per carpenteria metallica deve essere conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati). La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale con le modalità indicate nel D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, del peso massimo di 30 t e costituito da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella posa in opera delle armature per C.A. si dovranno adottare le seguenti precauzioni:

- le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione e la loro continuità può essere eseguita con:
 - ✓ saldature in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
 - ✓ giunzioni meccaniche per barre di armatura preventivamente validate tramite prove sperimentali;
 - ✓ sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra ed in ogni caso di lunghezza non minore di 20 volte il diametro della barra; la distanza mutua (interfero) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- l'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione; il copriferro deve anche essere rapportato alla massima dimensione dell'inerte utilizzato.

L'acciaio per carpenteria metallica deve essere conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati).

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si deve porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento devono essere opportunamente protette.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto è effettuato in conformità a quanto previsto nella relazione di calcolo ed in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

La stabilità delle strutture deve essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

I collegamenti con bulloni e saldature devono rispettare le prescrizioni del D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018.

CODICE	CAPITOLO B04 - Calcestruzzi	(TIP.01)

B04 CALCESTRUZZI: Fornitura di conglomerato cementizio preconfezionato a prestazione garantita in accordo alla UNI EN 206-1 e UNI 11104 conforme alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, compreso il getto e la vibratura, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione, effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato. Il calcestruzzo realizzato in cantiere va prodotto in regime di controllo qualità per garantire il rispetto delle prescrizioni di progetto. Il costruttore prima dell'inizio dell'opera deve effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Calcestruzzo: Si computa il volume effettivamente realizzato; sono detratti dal computo tutti i vani, vuoti o tracce che abbiano sezioni minime superiori a m^2 0,20; è inoltre detratto il volume occupato da altre strutture inserite nei getti, ad esclusione delle armature metalliche.

m^3

DEFINIZIONE

Conglomerato costituito da materiali inerti (sabbia, ghiaia) uniti a un legante idraulico (calce, cemento) ed acqua, con l'aggiunta, secondo le necessità, di additivi e/o aggiunte minerali che influenzano le caratteristiche fisiche o chimiche del conglomerato.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato l'impresa deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche (D.M. 17/01/2018), nonché alle Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2008) (<http://www.cslp.it/cslp/>).

UNI EN 206:2021 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2016 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L' ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa

in opera; tale sistema di controllo deve essere certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato ed effettuato in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2003). L'impresa deve chiedere al fornitore copia del certificato FPC e consegnarla alla Direzione dei Lavori.

Il calcestruzzo viene identificato in base alla resistenza caratteristica, alla classe di esposizione ambientale ed alla consistenza; l'aggregato è considerato con $D_{\max}$ 32 mm e la classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo è 0,4.

Deve essere curata la messa in opera e la stagionatura del calcestruzzo, affinché la resistenza in opera non risulti inferiore ai limiti imposti dal D.M. 17/01/2018 .

L'impresa deve avvisare la Direzione dei Lavori prima di iniziare ciascun getto, con un preavviso di almeno 24 ore, e verificare assieme alla stessa DL se le condizioni climatiche sono idonee all'esecuzione dei getti.

L'impresa deve verificare sul documento di trasporto la congruenza con le specifiche progettuali e segnalare alla Direzione dei Lavori eventuali non conformità (resistenza, lavorabilità, tempo di trasporto, etc.) e accettare la fornitura se è conforme alle specifiche progettuali siglando il documento di trasporto per mano di persona autorizzata.

È necessario che l'impresa utilizzi casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere sulla capacità del copriferro di proteggere le armature; nel caso di utilizzo di casseri di legno e/o elementi in laterizio l'impresa deve bagnare fino a saturazione tutte le superfici che saranno a contatto col calcestruzzo per evitare la sottrazione di acqua dallo stesso.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compattato e la relativa superficie deve essere protetta contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici e mantenuta umida per almeno tre giorni.

Il calcestruzzo deve essere compattato in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia.

Allo scopo occorre utilizzare vibratori da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Nella fase del getto la vibrazione deve essere eseguita per strati di spessore inferiore a 30 cm.

Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme; per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario.

L'impresa è responsabile del rispetto della classe di consistenza prescritta dal progettista, pertanto non deve essere aggiunta acqua o altri materiali nell'impasto a piè d'opera.

Per una corretta esecuzione del getto del calcestruzzo deve essere rispettata l'altezza massima di caduta libera (di solito limitata a 50-70 cm) ed i tempi minimi di vibrazione prescritti.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori, seguendo le procedure previste dal D.M. 17/01/2018.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

Il disarmo deve avvenire gradatamente, adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche, e non deve avvenire prima che la resistenza del calcestruzzo abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo e sempre previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

B07 MURATURA PORTANTE: eseguita con elementi resistenti (mattoni e blocchi) in laterizio, pietra da taglio o cls conformi alle specifiche del marchio CE e giunti di malta orizzontali e verticali (quando previsti) come da D.M. 17/01/2018; la malta deve garantire classe di resistenza non inferiore a M5 (M10 per muratura armata) e prestazioni adeguate in termini di durabilità secondo il D.M. 17/01/2018, deve essere conforme alla norma UNI EN 998-2 e recare la Marcatura CE. Sono compresi i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte. Escluso i ponteggi esterni o piattaforme a cella.

NORME DI MISURAZIONE**U.M.**

Muratura in pietra da taglio: è computata in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo; il compenso per la facciavista è computato in aggiunta per l'intero spessore. m³

Murature in laterizio e cls: sono computate in base a misure prese sul "vivo" dei muri, esclusi gli intonaci, con detrazione dei vuoti di luce superiore a m² 1,00 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc. per detta lavorazione si procede misurando la superficie realizzata. m²

DEFINIZIONE

Sistema strutturale realizzato in laterizio, pietra da taglio o calcestruzzo posato con malta con spessore variabile, ma con funzione di sostegno dei carichi del fabbricato, in grado di sopportare azioni verticali ed orizzontali, collegato ad altre murature portanti e a strutture di impalcato, orizzontali ai piani ed eventualmente inclinate in copertura, e ad opere di fondazione. Le murature portanti possono essere a singolo paramento, se la parete è senza cavità o giunti verticali continui nel suo piano, o a paramento doppio. Le murature portanti possono inoltre essere ordinarie, se costituite solo da elementi da muratura e malta, o armate (armatura diffusa o armatura confinata) se incorporanti apposite armature metalliche verticali ed orizzontali annegate nella malta o nel conglomerato cementizio. Infine, possono essere intonacate o faccia a vista.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 20/11/1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"

UNI EN 998-2:2010 Specifiche per malte per opere murarie - Parte 2: Malte da muratura

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la realizzazione di muratura portante in pietra squadrata si deve aver cura di scegliere pietre non friabili e resistenti al gelo; le pietre devono presentarsi monde di cappellaccio e di parti alterate o facilmente rimovibili; devono possedere sufficiente resistenza, sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

Per l'esecuzione a facciavista, il cui compenso è calcolato a parte, possono essere prescritte le seguenti lavorazioni speciali:

1. con pietra rasa e teste scoperte (ad opus incertum) nel quale il pietrame è scelto con cura e la superficie deve essere resa approssimativamente piana;
2. a mosaico grezzo in cui la superficie deve essere ridotta col martello perfettamente piana ed a figura poligonale evitando l'uso di scaglie;
3. con pietra squadrata a corsi pressoché regolari in cui il pietrame viene ridotto a conci squadrati posti in opera a corsi orizzontali di altezza anche variabile che può essere non costante per l'intero filare;
4. con pietra squadrata a corsi regolari in cui i conci devono essere perfettamente piani e squadrati, posti in opera a corsi di altezza regolare e di medesima altezza o, al limite, di altezza decrescente dal basso verso l'alto.

La stuccatura deve essere fatta raschiando le commessure fino a giusta profondità per poi riempirle con idonea malta come prescritta in progetto, curando che questa penetri bene dentro ed avendo cura che, a lavoro finito, il contorno dei conci si disegni nettamente e senza sbavature.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, devono essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione. Devono mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; sono posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempia tutte le commessure. I giunti di malta devono essere costanti nello spessore e correttamente stilati, ove previsto. La modularità deve essere rispettata sia in verticale che in orizzontale dall'insieme giunto-blocco.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione.

Se la muratura è con paramento a vista (cortina) occorre avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. I giunti, previa loro raschiatura e pulitura, devono essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte devono essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso.

Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi; e sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per: ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature; le imposte delle volte e degli archi.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

CODICE	CAPITOLO B08 - Solai	(TIP.01)

B08 SOLAI: piani o inclinati di qualunque tipologia compreso il puntellamento provvisorio, le casseforme continue, le strutture di sostegno di qualunque tipo, natura, forma e specie, fino ad una altezza di m 4,00 dal piano di appoggio. Compreso l'onere per i getti di solidarizzazione, in opera, della soletta superiore, delle fasce piene e delle nervature trasversali di ripartizione di spessore minimo cm 4 (salvo diversa indicazione) con calcestruzzo di classe non inferiore a C20/25 (secondo UNI EN 206-1:2014 e UNI 11104:2004) e quant'altro occorra per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Armature da computarsi a parte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Qualsiasi tipologia di solaio è computata a superficie netta misurata all'interno dei cordoli perimetrali e delle travi di C.A., escluso l'incastro sulle strutture portanti. m²

I solai interamente in conglomerato cementizio armato gettati in opera, saranno valutati al metro cubo per la quantità di getto di calcestruzzo, mentre per l'armatura in acciaio, si dovrà calcolare a parte il peso a chilogrammo (vedi paragrafo 2 Capitolo B03 - per i calcestruzzi- e B04 - per l'acciaio- della presente Guida) m³

Nei prezzi dei solai se non diversamente precisato è compreso l'onere per il getto e lo spianamento superiore della caldana o soletta, delle fasce piene e delle nervature trasversali, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito. Sono escluse le armature che dovranno essere computate a parte.

Nel prezzo dei solai di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, predalles o di cemento armato precompresso e laterizi, sono escluse la fornitura, la lavorazione e posa in opera del ferro occorrente per l'armatura, è invece compreso il puntellamento provvisorio, le casseforme continue e le impalcature di sostegno

DEFINIZIONE

Ciascuno dei piani orizzontali o inclinati che suddividono l'edificio, servendo da copertura alle stanze sottostanti e da base a quelle soprastanti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 206:2021 e Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2016 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

UNI 9730/1/2/3:1990 Edilizia - elementi di laterizio per solai - terminologia e sistemi di classificazione - limiti di accettazione - metodi di prova

UNI EN 15037-1:2008 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 1: Travetti

UNI EN 15037-2:2011 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 1: Blocchi di calcestruzzo

UNI EN 15037-3:2011 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 3: Blocchi di laterizio

UNI EN 15037-4: 2013 Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Solai a travetti e blocchi - Parte 3: Blocchi di polistirene espanso

UNI EN 13747:2010 - Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Lastre per solai

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L' ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I solai devono sopportare, a seconda della destinazione prevista per i relativi locali, i carichi previsti nel D.M. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica".

Particolare cura deve essere posta per lo stoccaggio e la movimentazione del materiale che arriva in cantiere. Gli elementi in laterizio devono essere posati non a contatto con il terreno per evitare che assorbano sostanze che, una volta in opera, possano causare efflorescenze o scarsa adesione con il calcestruzzo.

Durante la stagione invernale bisogna evitare che gli elementi di laterizio si impregnino d'acqua, con rischio di danneggiamento da gelo.

È buona norma di prudenza non sovrapporre un numero elevato di pacchi (comunque mai più di quattro), ma anzi, compatibilmente con la disponibilità di spazio, rendere minima la sovrapposizione.

Nel caso siano presenti elementi difettosi, essi vanno eliminati prima della posa in opera.

I travetti, se il tipo di solaio li prevede, vanno disposti in cataste costituite indicativamente da un massimo di dieci strati successivi, interponendo listelli, di legno o di altro materiale, in modo da ripartire il carico. I listelli devono essere sulla stessa verticale, in corrispondenza dei punti di sollevamento e, nel caso di travetti tralicciati, vanno tassativamente posti in corrispondenza del nodo fra staffe e corrente superiore. Le movimentazioni vanno eseguite attenendosi alle prescrizioni del fornitore.

L'impalcato di supporto cambia a seconda delle tipologie di solaio da realizzare.

Nel solaio “gettato in opera” deve essere costituito idoneo impalcato provvisorio con legname di abete per edilizia debitamente puntellato con elementi metallici a croce, posti in corrispondenza dei rompitratta; l'impalcato deve essere successivamente smontato non appena il conglomerato cementizio ha raggiunto la sufficiente resistenza meccanica (comunque non prima di 28 giorni e previa autorizzazione della Direzione dei Lavori).

Successivamente-alla realizzazione dell'impalcato si deve inoltre provvedere:

- alla posa dei blocchi in laterizio, debitamente bagnati, atti a delimitare inferiormente il getto di conglomerato e con funzione di alleggerimento e/o isolamento termico;
- a predisporre dei fori per passaggio di tubazioni, cavedi o aperture per passaggio a mezzo apposizione di idonei sistemi atti a delimitare gli spazi che non devono essere completati con il calcestruzzo;
- a formare idonea armatura metallica con barre ad aderenza migliorata, compreso distanziatori, rilegatura e staffe di ripartizione, da posizionarsi all'interno degli spazi liberi tra due file di elementi di laterizio.
- alla posa della rete elettrosaldata per la ripartizione dei carichi con distanziatori e successivo getto di calcestruzzo preconfezionato consistenza semifluida, opportunamente vibrato per eliminare gli eventuali spazi d'aria. Il calcestruzzo deve essere gettato in un'unica volta, riempiendo prima delle nervature, con le opportune prescrizioni del capitolo specifico. Su disposizione del Direttore dei lavori, nel caso sia assolutamente necessario gettare in più volte, i getti devono essere effettuati, soltanto nelle zone in cui sono previste le minori sollecitazioni. La soletta in calcestruzzo, quando richiesta, deve poi essere protetta dall'irraggiamento solare diretto o comunque deve essere bagnata a sufficienza per i primi giorni dopo il getto in modo da contenere l'entità finale del ritiro.

Nel caso di solai “a travetti a tralicci” o “travetti in cap”, in alternativa all'armatura metallica di cui alla lavorazione precedente, si deve provvedere al collocamento a dimora degli stessi nelle apposite “canalette” o sostegni predisposte e successiva posa degli elementi in laterizio, da posizionarsi nell'interasse degli elementi prefabbricati.

All'interno delle canalette di completamento deve essere effettuato il getto di cls che formerà la nervatura. Le testate dei travetti devono essere poggiate, provvisoriamente, su una tavola, di adeguata larghezza e robustezza, posta di piatto lungo il bordo della trave. Il blocco deve essere arretrato dal bordo della trave per formare col getto di cls una fascia piena che assicura l'unione dei travetti al calcestruzzo di completamento. Il disarmo, a maturazione avvenuta del calcestruzzo, consiste unicamente nell'eliminare i rompi tratta provvisori ed i relativi puntelli.

Nel caso si usino blocchi collaboranti, ai quali venga richiesto il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, la posa dei blocchi deve essere “a giunti sfalsati”, ossia i giunti fra i blocchi di due file adiacenti non devono corrispondere.

Per il solaio a “pannelli” prefabbricati, nel caso non siano autoportanti, occorre prevedere un'idonea puntellatura, che rimarrà armata per il tempo necessario alla maturazione del cls. Anche nel caso di

solai a pannelli autoportanti è consigliabile, al fine di evitare frecce eccessive o disallineamenti dell'intradosso, posizionare una fila di puntelli in corrispondenza della mezzera del solaio.

Per il solaio a "lastre" occorre prevedere soltanto i rompitratta, poiché le nervature sono realizzate distanziando opportunamente gli elementi di alleggerimento.

Particolare cura e attenzione deve essere posta all'unione degli elementi prefabbricati con le travi portanti per garantire un efficace ancoraggio, secondo le indicazioni fornite dalle aziende produttrici.

Durante le operazioni di posa dei blocchi e dei ferri di armature è opportuno camminare su tavole disposte lungo i necessari percorsi, allo scopo di evitare pericolose concentrazioni di carico.

L'operazione di disarmo deve avvenire con gradualità, in modo da evitare azioni dinamiche e ogni sollecitazione non prevista. In genere si procede prima alla eliminazione dei puntelli intermedi del solaio; poi si tolgono i puntelli più vicini alle travi e successivamente le puntellature delle travi e degli sbalzi.

CODICE	CAPITOLO C01 - Muratura non portante	(TIP.01)

C01 MURATURA NON PORTANTE: eseguita con elementi in laterizio o cls, con idonea malta, per pareti e tramezzature rette o curvilinee, compreso l'impiego di regoli a piombo in corrispondenza degli spigoli del muro e di cordicelle per l'allineamento dei mattoni, il calo ed il sollevamento in alto dei materiali, la formazione di riseghe, mazzette e collegamenti, spigoli, curvature, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Murature: si computano in base alla superficie realizzata con misure prese sul “vivo” dei muri, esclusi gli intonaci, con detrazione dei vuoti di luce superiore a m² 1,00 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc.; m²

DEFINIZIONE

Elemento strutturale realizzato in laterizio o calcestruzzo posato con malta con spessore variabile, ma senza funzione di sostegno dei carichi del fabbricato.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi; e sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;

Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, canne di stufe e camini, scarico acque ecc.);
- il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;

- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc...

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, devono essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione. Essi devono mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; sono posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempia tutte le commessure.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione.

Se la muratura è con paramento a vista (cortina) occorre avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. I giunti, previa loro raschiatura e pulitura, devono essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte devono essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

CODICE	CAPITOLO C02 – Pareti e controsoffitti in cartongesso	(TIP.01)

C02 PARETI E CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO: eseguiti con pannelli in cartongesso singoli o accoppiati, posati a secco o con idonea colla, per pareti, contropareti e controsoffitti retti e o curvilinei, compreso l'impiego di ogni elemento per il fissaggio e la finitura, oltre il calo ed il sollevamento in alto dei materiali, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pareti e contropareti in cartongesso : viene computata la superficie della parete posta in opera “vuoto per pieno” con detrazione dei vuoti superiori a 4 mq. Sono comprese eventuali riquadrature, risvolti alle finestre, sguinci e mazzette se non diversamente indicato. m²

Controsoffitto in lastre di cartongesso: viene computato in base alla superficie effettiva con proiezione su piano orizzontale. m²

Le forometrie con diametro o lato maggiori di 20 cm sono da computarsi a parte. cad

Eventuali velette verranno computate secondo la loro superficie di effettivo sviluppo. m²

Controsoffitto in quadrotti: viene computato in base alla superficie effettiva. m²

DEFINIZIONE

Struttura portante e non portante costituita dall'orditura metallica con profili in lamiera di acciaio sottile profilata a freddo e protetta dalla corrosione mediante galvanizzazione a caldo con rivestimento in zinco. La struttura della parete o controparete in cartongesso, è costituita da guide a “U” da posizionare a pavimento ed a soffitto, e da montanti a “C” da inserirsi all'interno delle guide a pavimento che costituiscono l'orditura verticale della parete. Il sistema parete è poi composto da un tamponamento bifacciale (o monofacciale in caso di controparete) in lastre di cartongesso anche accoppiate e che vengono avvitate alla struttura metallica mediante viti che possono essere di 3 tipi:

- viti autofilettanti con punta a chiodo e testa sfasata SNT
- viti autoperforanti con punta a trapano e testa sfasata SNT
- viti autoperforanti con punta a trapano e testa bombata della lunghezza di 13 mm e viti autoperforanti con punta a trapano e testa a rondella.

Completano il sistema parete/controparete, le bande di armatura dei giunti che hanno lo scopo di rinforzare le connessioni tra le lastre e che esistono di diverse tipologie in base al loro impiego (banda in carta microforata, banda/nastro in fibra di vetro, nastro in rete autoadesiva e banda paraspigoli).

Infine lo stucco, ha la funzione di riempire i giunti longitudinali e trasversali fra le lastre e nascondere le teste delle viti le bande. Esistono due tipologie di stucchi: quello a presa (a base di gesso) e quello a essiccamento (senza gesso).

Controsoffitto sospeso in cartongesso ad andamento rettilineo costituito da lastre di gesso rivestito fissate con viti ad orditura metallica portante in profili di lamiera d'acciaio zincata spessore 6/10 con profilo guida perimetrale a "U" posto orizzontalmente lungo il perimetro dell'ambiente e profili dell'orditura a "C" o a Clip (profilo primario con sistema a scatto per controsoffitto). Le lastre devono avere le giunzioni ben allineate, sigillate con apposito stucco previa interposizione di banda e stuccatura.

Controsoffitto a quadrotti ispezionabile composto da pannelli di dimensioni standard, inseriti su una struttura di profili laterali ed incrociati e con pendinatura a soffitto.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per le lastre in cartongesso e controsoffitto in quadrotti:

Norma europea EN 520

Norma Europea EN 15283-1

Norma Europea EN 14190

Norma Europea EN 13501-1

UNI 11424:2015 "Gessi – Sistemi costruttivi non portanti di lastre di gesso rivestito (cartongesso) su orditure metalliche – Posa in opera

Per i profili metallici e pendinatura:

Norma Europea EN 14195

Norma Europea EN 13964

Per l'acciaio:

norma europea UNI EN 10327-1032

Per il rivestimento di zinco:

norma UNI 5753-84

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la realizzazione delle pareti devono essere verificati i seguenti aspetti:

- altezza interpiano (i montanti verranno definiti in base all'altezza della parete da realizzare ed alla tipologia di lastre)
- resistenza al fuoco richiesta da capitolato(dovrà essere verificata la corrispondenza tra il rapporto di certificazione e l'opera da realizzare)
- classe di reazione al fuoco delle lastre di cartongesso

- fonoisolamento e resistenza termica della parete (aspetti per i quali la corretta posa in opera farà la differenza in termini di efficacia)

La realizzazione sia di un parete/controperete che del controsoffitto, ha inizio con il tracciamento a terra e/o parete, delle guide ad “U” da posizionare come primo elemento e delle eventuali aperture come porte, finestre, posizionamento di sanitari, luci, impianti o altro che necessitino di rinforzi strutturali o di particolare posizione dell'orditura. Posizionate le guide ad “U” si passa ad inserirvi al loro interno quelle a “C” o a clip in caso di controsoffitto.

Le guide orizzontali a “U” e quelle verticali a “C” possano avere differenti larghezze dell'anima e spessori in base alle prestazioni che devono garantire in termini di statica, resistenza al fuoco e acustica e dimensioni della parete.

Nel successivo posizionamento delle lastre, deve essere posta particolare attenzione al loro fissaggio alla struttura in acciaio con scelta delle viti in base alla statica ed alla protezione al fuoco che la parete/controperete o controsoffitto dovranno avere. Le viti devono essere applicate con passo di 30 cm (25 cm nei sistemi resistenti al fuoco) con una distanza minima dai bordi longitudinali di almeno 1cm ed una penetrazione nel montante di almeno 1cm (la lunghezza varia in funzione dello spessore delle lastre).

Infine deve essere realizzata la finitura che può avere diversi livelli in base ai seguenti requisiti:

Il numero di mani di stucco applicate, l'appropriata installazione, la finitura degli angoli e l'eliminazione delle asperità nonché, se richiesta, l'applicazione di un rasante su tutta la superficie delle lastre.

Nel caso di impiego di rete adesiva, nell'applicazione dello stucco si procederà come di seguito:

- Ripulito il giunto dall'eventuale polvere depositatasi si applicherà la rete adesiva
- una volta preparato l'impasto dovrà essere steso lo stucco sul giunto a piccoli tratti
- dovrà infine essere passata l'americana per eseguire il riempimento del giunto avendo cura di rasare e ripulire eventuali sbavature laterali

Nel caso di impiego di banda in carta microforata:

- Stesura a spatola dello stucco lungo tutto il giunto con una mano continua (imburraggio)
- Applicazione della banda in carta partendo dall'alto
- «Serraggio» della banda con la spatola dall'alto verso il basso. Dai microfori uscirà dell'acqua d'impasto che favorirà lo scorrimento della spatola
- Dopo il serraggio dovrà essere attesa l'asciugatura per poi procedere alla stesura della prima mano di riempimento

- Ad asciugatura avvenuta si potrà procedere alla rasatura del giunto.

LE FASI DI STUCCATURA sono quindi composte da: imburraggio e applicazione della banda, serraggio, prima mano (che varierà in funzione in funzione dei bordi delle lastre in cartongesso, se assottigliate o dritte), seconda mano, finitura del giunto.

Nel caso della stuccatura dei giunti dei controsoffitti deve essere posta molta attenzione alla finitura poichè la luce radente tenderà ad evidenziare la presenza del giunto.

Per minimizzare questa possibile problematica della visibilità del giunto con luce radente, possono essere utilizzate lastre con i bordi di testa assottigliati per eliminare il fenomeno del sovrasspessore consentendo così la perfetta planarità nello spessore del giunto.

CODICE	CAPITOLO C03 - Coperture	(TIP.01)

C03 **COPERTURE:** da realizzare, su idonea struttura esistente, con funzione di tenuta dell'acqua e protezione degli agenti atmosferici, di tipo continuo (piane) o discontinuo (a falde) progettate conformemente alle norme UNI EN ISO 9307-1 e 9308-1 e costituite da strati funzionali come definiti dalla norma UNI 8178, compreso gli oneri per il calo ed il sollevamento dei materiali e la loro posa in opera, la formazione di colmi, diagonali, bocchette di areazione e altri pezzi speciali, la sistemazione delle converse, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili e fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi gli aggetti di gronda (se del tipo smensolato o ornamentale).

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Elementi lignei portanti (capriate, aggetti di gronda) : si computano misurando il volume del legname impiegato. m³

Elementi lignei non portanti (seggiola): si computano misurando lo sviluppo lineare del legname impiegato. m

Manto di copertura: si computa misurando geometricamente la superficie effettiva delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaioli, lucernari, ed altre parti sporgenti della copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di m²1,00, nel qual caso si devono dedurre per intero. Non si tiene conto delle sovrapposizioni a ridosso dei giunti. m²

DEFINIZIONE

Copertura: elemento posto alla sommità di un muro o di un altro elemento architettonico, anche aggettante, in modo da allontanare il dilavamento dell'acqua piovana e a protezione degli agenti atmosferici. In particolare si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura le sue funzioni solo se posto ad una determinata pendenza.

Manto di copertura: elemento di tenuta, consistente nello strato più esterno della copertura, impermeabile e resistente alle sollecitazioni chimiche, fisiche e meccaniche.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 9460:2008 Coperture discontinue - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio o calcestruzzo.

UNI 8178:2012 Edilizia – Coperture – Analisi degli elementi e strati funzionali

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Durante l'esecuzione dei lavori è compito, tra gli altri, della D.L. verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed in particolare devono essere verificati nei manti di copertura i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni e l'esecuzione dei bordi.

Il manto di copertura deve avere una superficie che garantisca la stabilità degli elementi di copertura e la corretta ventilazione del sotto manto. Per il fissaggio si possono adottare diverse soluzioni: listellatura (doppia o singola), pannelli presagomati e cordoli in malta.

Durante la posa del manto di copertura deve essere posta particolare attenzione ad effettuare una corretta sovrapposizione delle tegole per garantire la tenuta all'acqua del manto di copertura realizzato con elementi discontinui. La sovrapposizione varia al variare della pendenza, che a sua volta varia a seconda della zona climatica e delle condizioni climatiche peculiari nella zona stessa; ad esempio per le coperture con coppi ed embrici, i coppi devono sovrapporsi agli embrici di 7-9 cm.

La posa del manto di copertura con coppi ed embrici deve avvenire procedendo dalla gronda verso il colmo, per file in direzione della linea di massima pendenza. L'allineamento degli elementi deve essere controllato con una staggia (stadia).

Le tegole marsigliesi devono essere posate per file parallele alla linea di gronda, una alla volta, oppure procedendo con due o tre file contemporaneamente, iniziando dalla linea di gronda e procedendo verso l'alto. Per realizzare le file a giunti sfalsati in modo che, cadendo il giunto fra due tegole adiacenti al centro della tegola sottostante, si riduca il pericolo di infiltrazioni, occorre iniziare la posa con una mezza tegola a file alterne. Per realizzare un manto di marsigliesi a giunti allineati, con un effetto estetico diverso, si può procedere sia per file orizzontali, sia per file verticali: in quest'ultimo caso però, dopo la prima fila, occorre alzare ogni tegola per sovrapporre ed incastrare le tegole della fila parallela verificando continuamente l'allineamento con la staggia.

Le tegole in cemento vanno montate da destra verso sinistra guardando la falda e partendo dalla linea di gronda.

La prima fila in gronda deve sporgere di 2/3, in modo da garantire un corretto deflusso dell'acqua nel canale di sgrondo. La sovrapposizione verticale tra le tegole è determinata dal dente di arresto, che impedisce anche lo scivolamento della tegola quando non sono presenti listellatura in legno o pannelli presagomati.

Per le coperture metalliche occorre procedere posizionando le lastre partendo dalla linea di gronda per file parallele e sfalsate, con un aggetto all'interno del canale di gronda, fino a max 7 cm.

In senso trasversale, la sovrapposizione, che deve essere comunque di minimo 14 cm, dipende dalla pendenza della falda.

Successivamente occorre fissare ogni singola lastra sempre in corrispondenza della sommità delle greche, in base alle prescrizioni della ditta produttrice. Infine occorre completare la copertura posizionando e fissando gli elementi di colmo.

CODICE	CAPITOLO D01 - Isolamenti termici	(TIP.01)

D01 **ISOLAMENTI TERMICI** su pareti verticali, orizzontali o inclinate da collocare in opera con tutti gli accorgimenti e le indicazioni prescritte dalle ditte produttrici e dalle norme di riferimento. Sono compresi gli oneri per la preparazione dei supporti (se non diversamente esplicitato), il calo ed il sollevamento dei materiali, i ponti di servizio e/o trabattelli a norma con altezza massima m 2,00, anche esterni, mobili o fissi, la formazione dei giunti ed il raccordo agli angoli, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. I prodotti per isolamento devono recare la marcatura CE, essere conformi alla norma UNI 13172 e, se previsto, rispettare i requisiti della norma UNI 13501 in materia di reazione al fuoco (così come esplicitata nel D.M. 15/03/2005 e seguenti).

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Isolamenti termici su pareti verticali e coperture piane ed inclinate: si computa la superficie della parete posta in opera “vuoto per pieno” con detrazione dei vuoti superiori a 4 mq. Sono comprese eventuali riquadrature, risvolti alle finestre, sguinci e mazzette. Sono esclusi i profili di partenza, di chiusura e paraspigoli. m²

Profili di partenza, di chiusura e paraspigoli: si computa la lunghezza effettivamente realizzata. ml

Isolamenti termici su solai orizzontali: si computa la superficie effettivamente realizzata. m²

SISTEMI A CAPPOTTO:

Realizzazione sistemi a cappotto CAM rispondenti al decreto MATTM 11-10-2017: si computa la superficie effettivamente realizzata dell'intero sistema (senza computare i singoli strati), con detrazione dei vuoti di qualsiasi dimensione m²

Riquadratura dello spessore del perimetro dei vuoti: si computa la superficie effettivamente realizzata del perimetro delle aperture nel sistema cappotto m²

DEFINIZIONE

Isolamenti termici:

Lavorazione volta a ridurre il flusso termico di calore scambiato tra due ambienti a temperature differenti mediante applicazione su supporto verticale, orizzontale o inclinato di materiale isolante

ancorato in modo stabile al supporto con colla o tasselli o frapposto nell'intercapedine. La scelta del materiale è legata a molteplici parametri di natura economica (costo), prestazionale (in termini energetici ma anche di altra natura, ad esempio meccanica in base al supporto ed all'isolante scelto), di durabilità e sostenibilità ambientale (in particolare il loro impatto in fase di processo).

Nell'ambito degli isolamenti termici, si definisce:

Sistema a cappotto:

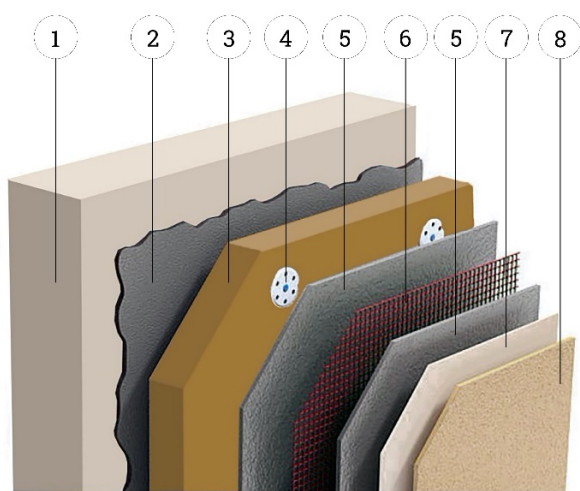
Sistema certificato ETA004 (valutazione tecnica Europea) composto strati funzionale ed elementi costruttivi, la cui funzione principale è quella di isolare termicamente l'involucro opaco e, nel caso di cappotto esterno, anche di proteggere l'edificio dagli agenti atmosferici.

Di seguito si inseriscono le definizioni degli strati funzionali che costituiscono il cappotto

Collante	Materiale di ancoraggio dei pannelli isolanti al supporto. L'ancoraggio viene realizzato con malte adesive (collanti), concepite specificatamente per sistemi a cappotto.
Materiale isolante	Pannello o striscia di materiale isolante che consente una riduzione del flusso termico. Le azioni rivolte al miglioramento dell'aspetto energetico dell'edificio sono prevalentemente legate alla limitazione delle dispersioni: un'attenta nuova costruzione delle facciate con cappotti esterni di rivestimento, un accurato isolamento delle coperture, e il controllo della ventilazione degli ambienti comportano una riduzione della trasmittanza dell'edificio, oltre al miglioramento del comfort abitativo, elemento quest'ultimo da non sottovalutare.
Tasselli	Sistema di fissaggio costituito da tassello con vite o tassello a pressione. Il fissaggio meccanico contrasta le forze orizzontali dovute all'azione del vento e assicura la stabilità del sistema nel tempo. I tasselli devono essere concepiti specificatamente per sistemi a cappotto e la tipologia varia a seconda del tipo di supporto. I tasselli vanno applicati dopo l'indurimento della malta, in numero variabile in funzione delle caratteristiche del supporto, dell'altezza dell'edificio e della ventosità.
Intonaco di base	Il "sistema di intonaco" è composto dalla rasatura armata, ossia un intonaco di base in cui è inserita una rete di armatura, dall'eventuale primer e dall'intonaco di finitura con l'eventuale pittura.
Armatura	Rete di armatura in tessuto di fibra di vetro ha la funzione di sopportare le tensioni che si generano nello strato di rasatura a causa degli sbalzi termici: è indispensabile per prevenire la formazione di fessure nell'intonaco. La rete, come tutte le componenti del sistema, deve essere specificamente concepita per l'isolamento a cappotto e deve essere costruita da fibra minerale resistente agli alcali.

Intonaco di finitura	Rivestimento con eventuale fondo adatto al sistema. La finitura esterna deve resistere alle intemperie ed agli sbalzi di temperatura. Inoltre deve essere impermeabile all'acqua ma permeabile al vapore proveniente dall'interno dell'edificio. Può essere colorata in pasta.
Accessori	Come ad esempio: rete angolare, profili per raccordi e bordi, giunti di dilatazione, profili per zoccolatura.

A titolo esemplificativo, di seguito si inserisce uno schema grafico della stratigrafia di un Sistema a cappotto esterno:



Esempio di STRATIGRAFIA SISTEMA A CAPPOTTO ESTERNO:

1. Involucro opaco verticale esistente
2. Collante
3. Isolante
4. Eventuale fissaggio meccanico (tassellatura)
5. Rasatura armata (o intonaco di base)
6. Rete di armatura
7. Intonaco di finitura
8. Eventuale tinteggiatura

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Di seguito un elenco di normative che possono costituire un riferimento sia negli isolanti che nel sistema cappotto.

DECRETO MINISTERIALE 15 marzo 2005 “Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo”, e seguenti.

UNI EN 13172:2012 Isolanti termici - Valutazione della conformità

UNI EN 13501-2:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione

UNI EN 13162:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13163:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica (EPS) - Specificazione

UNI EN 13164:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13165:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13166:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse (PF) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13167:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13168:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana di legno (WW) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13169:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13170:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica (ICB) - Specificazione

UNI EN 15599-1:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera.

UNI EN 15599-2:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 2: Specifiche per i prodotti messi in opera.

UNI EN 15600-1:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera.

UNI EN 15600-2:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV) - Parte 1: Specifiche per i prodotti messi in opera.

UNI EN 14303:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 14304:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di espanso elastomerico flessibile (FEF) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14305:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14306:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di silicato di calcio (CS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14307:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14308:2013 Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) e di poliisocianurato espanso (PIR) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14309:2013 Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14313:2013 Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di polietilene espanso (PEF) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13171 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica - Specifiche

D.M. 11/10/2017 “Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”

In riferimento al sistema a cappotto, si specifica inoltre che tale sistema è progettato e realizzato secondo le normative tecniche vigenti, in particolare secondo le Guide ETAG per prodotti innovativi e le norme UNI (alcune delle quali sono comuni agli isolamenti):

ETAG 004 Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco

EAD 330196-01-0604 Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi Isolanti a Cappotto

EN 13165 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano rigidi (PU) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13499 Isolanti termici per edilizia - Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l’Esterno (ETICS) a base di polistirene espanso - Specifiche

EN 13500 Isolanti termici per edilizia - Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l’Esterno (ETICS) a base di lana minerale - Specifiche

UNI/TR 11715 “Isolanti termici per edilizia - progettazione e messa in opera dei Sistemi Isolanti Termici per l’esterno (ETICS)

UNI 11716 “Attività professionali non regolamentate - Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS) - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza

EOTA TR 025 “Linee guida per la trasmittanza termica puntuale per tasselli per ETICS” (Point thermaltransmittance of plastic anchors for ETICS)

EOTA TR 026 “Linee guida per la resistenza allo stappo per piattelli di tasselli per ETICS” (Plate stiffness of plastic anchors for ETICS)

EOTA TR 051 “Linee guida per i test da realizzare in situ per tasselli e viti” (Recommendations for jobsite tests of plastic anchors and screws)

UNI EN 1991-1-4 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento”

EN 998-1 Specifiche per malte per opere murarie - Parte 1: Malte per intonaci interni ed esterni

EN 15824 Specifiche per intonaci esterni e interni a base di leganti organici

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Isolamenti termici:

I prodotti per isolamento devono recare la marcatura CE ed essere conformi alla norma di classificazione dei materiali UNI 13172:2012.

Tutti i materiali devono rispettare i limiti e le tolleranze per quanto riguarda le dimensioni (larghezza – lunghezza – spessore), la massa aerica e la resistenza termica specifica.

La posa in opera deve avvenire (su supporto idoneo e pulito, sia esso una parete verticale, un solaio orizzontale o una copertura) secondo le prescrizioni stabilite dalle ditte produttrici dei materiali e dalla normativa; in particolare deve essere posta attenzione alla corretta realizzazione delle giunzioni, soprattutto nei punti critici al fine di evitare ponti termici, infiltrazioni ecc e devono essere assicurati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

Ad integrazione di quanto sopra ed in riferimento all'intero SISTEMA A CAPPOTTO si specifica quanto segue:

La posa del cappotto avviene partendo dal basso verso l'alto come di seguito specificato:

- posa di un profilo di partenza
- inserimento di malta di incollaggio su tutto il perimetro del pannello e su 3 punti centrali per una superficie totale di collante/malta di almeno il 40% o in alternativa su tutto il pannello/lastra
- posa delle lastre sfalsate (per non avere sovrapposizione dei giunti) e ben accostate
- verifica della planarità

La tassellatura è necessaria:

- nel caso di un peso superiore ai 30Kg/mq del sistema completo composto da pannello, colla e strati superficiali
- nel caso di edifici con altezza superiore a 22 ml
- nel caso di supporto portante in legno
- nel caso l'isolante abbia uno spessore maggiore o uguale a 10 cm

Nel caso di lana minerale, è sempre prevista la tassellatura oltre all'incollaggio.

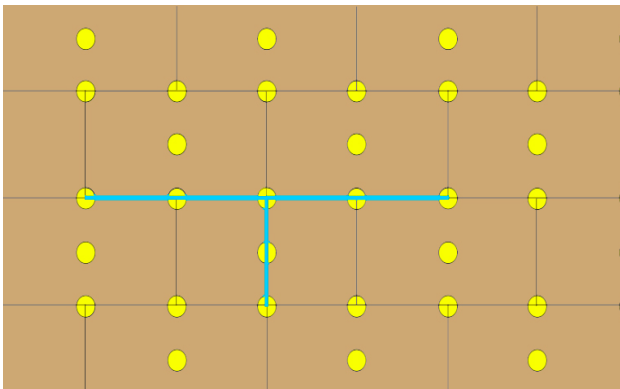
I tasselli sono di 2 tipi: a percussione o ad avvitamento.

Il numero dei tasselli da utilizzare (almeno 6/mq), varia in base a:

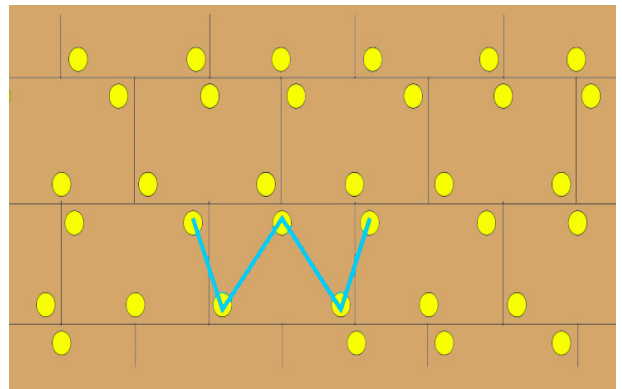
- altezza dell'edificio
- velocità di riferimento del vento
- topografia
-

I tasselli sono posti seguendo lo schema a “T” o a “W” .

ESEMPIO DI SCHEMA A “T:”



ESEMPIO DI SCHEMA A “W”:



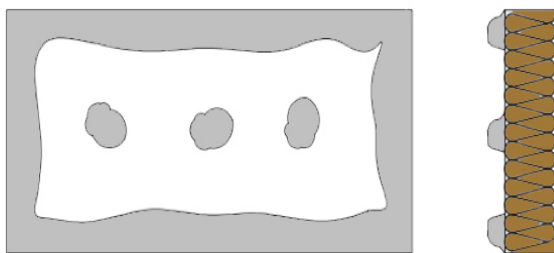
Nello schema a T almeno un tassello è posto al centro di ogni pannello ed un altro ad ogni incrocio dei giunti: questo schema è consigliato per l'applicazione dei pannelli in EPS e in PU. Nel caso siano necessari più tasselli, essi vanno posizionati nella parte centrale dei pannelli (vedi schemi successivi).

Nello schema a W ogni pannello è fissato con 3 (minimo) o più tasselli: questo schema è possibile per l'isolamento termico con pannelli in MW, in alternativa allo schema T.

Per la posa in opera del collante, occorre applicare lo stesso con spessore minimo 10 mm nel perimetro della lastra e al centro della stessa in modo da garantire una copertura della superficie

della lastra con il collante a minimo il 40%. Di seguito si inseriscono due esempi relativi alla posa del collante:

Esempio di METODO A CORDOLO PERIMETRALE E PUNTI:



Realizzazione di un bordo di colla (cordolo) e due o tre punti di incollaggio al centro del pannello in modo che premendo il pannello isolante sul fondo e rispettando le tolleranze ammissibili per il supporto si abbia una copertura minima di collante del 40%.

Esempio di METODO A TUTTA SUPERFICIE



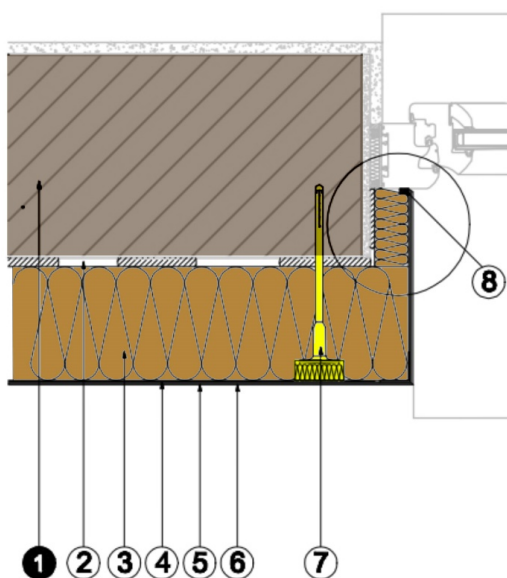
La colla viene applicata sul pannello isolante con spatola dentata (con dentatura variabile in base alla regolarità del supporto).

Questo sistema di incollaggio è possibile solo nel caso di supporti con sufficiente planarità. In alcuni casi la colla può essere applicata direttamente sul supporto e comunque seguendo le indicazioni del produttore

La successiva rasatura con la rete ha uno spessore totale variabile in funzione della tipologia di isolante e costituisce il supporto per la finitura. La rasatura è composta da un primo strato di spessore minimo di 1mm a seguito del quale viene posata la rete (con sovrapposizione di almeno 10cm tra un telo di rete e l'altro), ed un successivo strato ulteriore di rasante per l'annegamento della rete.

L'ultimo strato funzionale di un sistema a cappotto è costituito da uno strato di finitura con funzione protettiva ed estetica.

I dettagli di raccordo a finestre e porte possono essere risolti in più modi, a titolo esemplificativo si inserisce di seguito un dettaglio "tipo" di raccordo a finestre e porte con attacco in mezzera:



ESEMPIO DI RACCORDO A FINESTRE E PORTE:

1. Struttura della parete
2. Collante
3. Isolante
4. Rasatura armata
5. Intonaco di finitura
6. Eventuale tinteggiatura
7. Fissaggio del Sistema
8. Profilo di raccordo alla finestra

L'esempio sopra riportato prevede un bordo di colla (cordolo) e due o tre punti di incollaggio al centro del pannello in modo che premendo il pannello isolante sul fondo e rispettando le tolleranze ammissibili per il supporto si abbia una copertura minima di collante del 40%.

CODICE	CAPITOLO D05 - Impermeabilizzazioni	(TIP.01)

D05 **IMPERMEABILIZZAZIONI:** su pareti verticali, su piani orizzontali o inclinati, compresi gli oneri per la preparazione dei supporti sia orizzontali che verticali, la formazione dei giunti, il taglio o la suggellatura degli incastri di muro per la profondità necessaria e i colli di raccordo con le pareti verticali; sono compresi inoltre il sollevamento dei materiali, i ponti di servizio e/o trabattelli a norma con altezza massima m 2,00, anche esterni, mobili o fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Impermeabilizzazioni: si computa la superficie effettiva con detrazione dei vuoti o delle parti non impermeabilizzate, dei vani per camini, canne, lucernari ed altre parti emergenti, aventi singolarmente superficie superiore a mq 0,50. m²

DEFINIZIONE

Sistema per impedire il passaggio dell'acqua tra due ambienti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 13707: 2013 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture - Definizioni e caratteristiche.

UNI EN 1297:2005 Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane di bitume, plastica e gomma per l'impermeabilizzazione di coperture - Metodo di invecchiamento artificiale tramite esposizione combinata di lunga durata alle radiazioni UV, alla temperatura elevata e all'acqua.

UNI 11333-1:2009 Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti - Parte 1: Processo e responsabilità

UNI 11333-2:2010 Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti - Parte 2: Prova di abilitazione alla posa di membrane bituminose

UNI 11333-3:2010 Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti - Parte 3: Prova di abilitazione alla posa di membrane sintetiche di PVC o TPO.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Le impermeabilizzazioni si suddividono in diverse tipologie, per ognuna delle quali si seguono le seguenti prescrizioni:

1. per le impermeabilizzazioni di solai di copertura continui o discontinui si utilizzano, a seconda della soluzione prescelta, membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito, ponendo particolare cura nella realizzazione dei giunti, dei bordi, dei punti particolari, dei risvolti e di tutti i punti dove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato, utilizzando eventualmente accessori e pezzi speciali previsti e/o consigliati dal produttore;
2. per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni e solai interpiano su strato portante valgono le stesse prescrizioni delle coperture;
3. per le impermeabilizzazioni di solai a terra da realizzare direttamente sul terreno lo strato impermeabilizzante deve essere realizzato con membrane in foglio o rotolo per le quali si adotteranno cautele nell'esecuzione dei bordi e dei raccordi con i punti di raccolta dell'acqua;
4. per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le seguenti prescrizioni:
 - per quelle realizzate con membrane in foglio o rotolo si devono scegliere i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) curando la realizzazione dei risvolti, dei punti di passaggio di tubazioni, ecc. onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;
 - per quelle realizzate con prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si deve operare come indicato al punto precedente eseguendo con cura le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. in modo che non costituiscano punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;
 - per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si deve curare la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica; al fondo dell'intercapedine si devono formare opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;
 - per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si devono scegliere quelli che possiedano caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni) accettabili anche verso agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno; si deve prestare particolare attenzione all'esecuzione di risvolti e bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco;
5. per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si devono eseguire strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità; gli strati si devono eseguire con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

Prima di eseguire qualsiasi impermeabilizzazione si deve eseguire una idonea ed accurata preparazione del piano di posa, mediante la pulizia del supporto.

Il Direttore dei lavori deve verificare in corso d'opera che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e, per gli strati più significativi, che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. Deve porre particolare attenzione ai collegamenti tra gli strati, alla realizzazione di giunti e/o sovrapposizioni, all'esecuzione dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito.

I materiali impiegati e la messa in opera devono presentare i requisiti richiesti, essere integri, senza borse, fessurazioni o scorrimenti e totalmente compatibili con il sistema adottato al fine di garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua.

CODICE	CAPITOLO E01 - Intonaci	(TIP.01)

E01 **INTONACI:** eseguiti a mano o a macchina, compresa la riquadratura di spigoli vivi rientranti e sporgenti, l'eventuale ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, la muratura di eventuali ganci al soffitto e le riprese di zoccolature e serramenti; sono inoltre compresi gli oneri per i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi, per opere di altezza fino a m 4,00 dal piano di calpestio, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Intonaci: si computano misurando le superfici, sia piane che curve, lavorate senza tener conto di quelle laterali per risalti, lesene e simili, che sono conteggiate solo per larghezze superiori a 5 cm e di eventuali gusci di raccordo agli angoli con raggio inferiore a 15 cm..

m²

Le misurazioni si differenziano a seconda dello spessore della parete da intonacare:

- per gli intonaci eseguiti su pareti murarie o strutture di spessore inferiore a cm 15 si valutano sullo sviluppo della superficie effettiva intonacata, al netto cioè di tutte le aperture esistenti e detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano e con l'aggiunta delle relative riquadrature; m²

- per gli intonaci eseguiti su pareti murarie o strutture di spessore superiore a cm 15 si valutano a vuoto per pieno, a compenso delle riquadrature dei vani di superficie inferiore a 4 m². Per le aperture di superficie uguale o superiore a 4 m² si valuta lo sviluppo della superficie effettiva intonacata detraendo i vuoti e valutando le riquadrature delle aperture. m²

DEFINIZIONE

Strato di rivestimento protettivo con funzioni estetiche, steso sui muri, pareti e soffitti grezzi e composto da diluente, legante, inerti e additivi.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 13914-1:2005 Progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni - Parte 1: Intonaci esterni

UNI EN 13914-2:2005-Progettazione, preparazione e applicazione di intonaci esterni e interni - Parte 2: Considerazioni sulla progettazione e principi essenziali per intonaci interni

UNI CEN/TR 15123:2006_Progettazione, preparazione e applicazione di sistemi interni di intonaci a base di polimeri

UNI CEN/TR 15124:2006 Progettazione, preparazione e applicazione di sistemi interni di intonaci a base di gesso

UNI CEN/TR 15125:2006 Progettazione, preparazione e applicazione di sistemi interni di intonaci a base di cemento e/o di calce

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Gli intonaci, sia interni che esterni, non devono essere eseguiti prima che la muratura, o qualsiasi altra superficie su cui si esegue, sia convenientemente asciutta; la superficie da intonacare deve essere ripulita da eventuali residui sporgenti, fino a renderla sufficientemente liscia ed essere bagnata affinché si verifichi la perfetta adesione tra la stessa e l'intonaco da applicare. In corrispondenza di giunti di elementi diversi (ad esempio muratura e calcestruzzo) si deve realizzare un minor spessore al fine di consentire l'applicazione di una rete elastica, per evitare le fessurazioni; intervento da computarsi a parte. Per rispettare la piombatura delle pareti si devono predisporre paraspigoli o stagge negli angoli e guide verticali nella pareti.

L'intonaco realizzato a mano deve essere formato da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato tirato in piano con regolo e frattazzo.

L'intonaco realizzato a macchina si esegue con malta premiscelata, rifornita da silos e data con pompa a spinta, impastata con acqua in quantità necessaria a seconda del tipo di malta; la lavorazione deve essere eseguita con spatola metallica, avendo cura di distribuire uno strato uniforme di materiale sulla superficie e successiva tiratura in piano con regolo; quando l'intonaco ha fatto una sufficiente presa, devono essere asportate con spatola metallica le parti eccedenti.

L'intonaco eseguito con malta di calce o cemento deve essere successivamente rifinito con strato di malta fine (velo) steso con spatola e tirato con pialletto di spugna.

Gli intonaci non devono mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, nei piani e nei piombi, distacchi dalle pareti, sfioriture, screpolature, ecc.; è cura dell'Impresa proteggere gli intonaci dalle azioni deterioranti degli agenti atmosferici (raggi solari, pioggia, gelo, ecc.). Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

CODICE	CAPITOLO E02 - Pavimenti	(TIP.01)

E02 **PAVIMENTI:** posa in opera di pavimenti di qualsiasi tipo, compresi i materiali di allettamento o di incollaggio, i tagli e lo sfrido, la formazione di quartaboni, eventuali riprese di mantelline, stuccatura dei giunti e pulizia finale, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi la fornitura del materiale (salvo diversa indicazione) e la preparazione del fondo di posa.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pavimenti: si computano secondo le superfici effettivamente realizzate. m²

DEFINIZIONE

Strato di finitura che costituisce una superficie uniforme e resistente atta a garantire la funzionalità e la comodità del passaggio e del transito.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 12004:2012 Adesivi per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione

UNI EN 13888:2009 Sigillanti per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione

UNI 11515-1:2015 Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni – Parte 1:Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nell'esecuzione delle pavimentazioni si procede alla posa su idonea superficie (già predisposta), avendo particolare cura per l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali.

In caso di posa mediante collanti, gli stessi devono rispondere ai requisiti ed alle specifiche della norma UNI EN 12004; durante la loro stesa si deve curare la uniforme e corretta distribuzione degli stessi in modo da evitare eccesso di rifiuto o insufficienza che può provocare il distacco del pavimento.

Dopo la posa occorre procedere alla sigillatura dei giunti con prodotti a norma UNI EN 13888.

I pavimenti in laterizio si posano secondo la tecnica flessibile (per pavimentazioni esterne) o rigida (per pavimentazioni sia esterne che interne).

La posa su strato flessibile si esegue su letto di sabbia o ghiaino, che deve essere steso di spessore costante e con adeguata granulometria, procedendo poi alla costipazione della superficie e alla saturazione dei giunti con sabbia. La miscela impiegata per la realizzazione dello strato di allettamento deve essere protetta dalle intemperie. A seguito della costipazione, la miscela inerte subisce una riduzione di volume, pertanto qualora si debba eseguire il raccordo con una pavimentazione esistente, si raccomanda di tener conto, durante la definizione delle quote dei piani, di tale fenomeno.

Lo strato di allettamento deve essere steso parallelamente a quella che sarà la linea di avanzamento del fronte di posa, senza subire alcuna compattazione ed una volta posato e livellato non deve subire alterazioni: per questo gli operai non devono transitare sulla sua superficie.

Le scorte di materiale, occorrenti per la giornata lavorativa, vanno stoccate su parti di pavimentazione già completate e costipate; da qui tramite carriole o carrelli, verranno portate dai posatori in prossimità del fronte di posa. Sottoporre la pavimentazione a carichi di esercizio elevati prima della operazione di compattazione e dell'intasatura dei giunti può causare l'affondamento localizzato di singoli elementi o anche generare la loro dislocazione orizzontale, con conseguente rischio di scheggiatura degli spigoli. Il posatore, terminato il posizionamento dei manufatti, deve stendere un primo strato di sabbia con l'ausilio di scope, eseguito con cura, evitando brusche azioni che potrebbero causare lo spostamento dei manufatti. Si procede successivamente con mezzi meccanici come piastre o rulli vibranti alla compattazione. Per evitare che le vibrazioni alterino la geometria dei corsi per effetto della mancanza di contrasto sul lato "libero", la compattazione deve arrestarsi ad almeno 2 metri dal fronte di posa aperto. Prima della compattazione, i manufatti da pavimento dovranno avere, in adiacenza con pavimentazioni preesistenti o con altri elementi quali tombini o caditoie, un sovrasspessore che corrisponda al calo della sabbia una volta costipata. Terminata la compattazione, si procede all'intasatura vera e propria dei giunti, cospargendo di nuovo sabbia sulla superficie del pavimento, stendendola omogeneamente con scope e ripetendo ogni volta dei passaggi con le macchine vibranti per favorirne l'assestamento delle fughe. Verificata la perfetta intasatura delle fughe, si effettua la rimozione della sabbia in eccesso spazzando la superficie e irrorandola con acqua.

La posa rigida di un pavimento in laterizio si esegue su letto con boiacca di malta o di colla di spessore costante, eseguendo successivamente l'intasatura dei giunti con boiacca, malta molto liquida, malta a cocchiopesto o sigillanti preconfezionati.

I manufatti in laterizio caratterizzati da elevata porosità devono essere preventivamente bagnati con acqua pulita, preferibilmente per immersione totale.

La posa su letto di malta può essere eseguita con la tecnica a "spolvero" o "a muratura".

Nella posa a spolvero, una volta posti su letto di malta, i manufatti vengono battuti singolarmente per assestare e far aderire gli stessi al supporto ed ottenere la massima complanarità con gli elementi adiacenti. Successivamente il pavimento posato va bagnato con acqua per idratare la malta di allettamento e lo spolvero di cemento ed innescare il fenomeno di presa. Si completa la posa con l'intasatura dei giunti.

La posa a muratura si esegue come la tecnica precedente, ma murando con malta ogni singolo elemento sulla superficie di posa. A seguito della battitura, la malta in eccesso risale nelle fughe; con questa tecnica l'intasatura dei giunti viene eseguita contestualmente alle operazioni di posa e con lo stesso materiale impiegato per lo strato di allettamento. La malta che dovesse sbordare va rimossa prontamente con la cazzuola e con spugnette morbide.

Nella posa a colla di un pavimento in laterizio si procede con la stesura di uno strato uniforme di collante sulla superficie di posa utilizzando apposite spatole dentate, successivamente posizionando i manufatti in laterizio sulla superficie da pavimentare nei tempi correlati ai tempi di presa del collante impiegato. Per evitare che i collanti "filmino" superficialmente a causa di un contatto prolungato con l'aria, va seguita scrupolosamente la tempistica indicata dai produttori e riportata sulla confezione dei collanti. Per ottenere una regolare ampiezza delle fughe si possono impiegare distanziatori in materiale plastico. Si procede con la battitura dei manufatti per eliminare i vuoti. Il procedimento si conclude con l'intasatura dei giunti da realizzarsi con materiale prescelto e la tecnica adeguata al tipo di materiale e la ripulitura delle tracce di materiale di riempimento.

CODICE	CAPITOLO E03 - Rivestimenti	(TIP.01)

E03 **RIVESTIMENTI:** posa in opera di rivestimenti di qualsiasi tipo, compresi i materiali di allettamento o di incollaggio, i tagli e lo sfrido, la posa in opera di pezzi speciali di raccordo e d'angolo, la formazione di quartaboni, eventuali riprese di mantelline, stuccatura dei giunti, distanziatori (mm. 3) e pulizia finale, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi la fornitura del materiale (salvo diversa indicazione) e la preparazione del fondo di posa. Le piastrelle ceramiche, interne ed esterne, devono essere posate secondo la UNI 11493:2013.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Rivestimenti: si computano secondo la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Per la sguscia di raccordo tra pavimento e rivestimento e lo zoccolino a pavimento m² o m

DEFINIZIONE

Strato di finitura superficiale avente funzione di protezione e/o decorazione, realizzabile con diverse tipologie di prodotti/prodotti da costruzione.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 12004:2012 Adesivi per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione

UNI EN 13888:2009 Sigillanti per piastrelle – Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nell'esecuzione dei rivestimenti si procede alla posa su idonea superficie (già predisposta), avendo particolare cura per l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali.

In caso di posa mediante collanti, gli stessi devono rispondere ai requisiti ed alle specifiche della norma UNI EN 12004; durante la loro stesa si deve curare la uniforme e corretta distribuzione degli stessi in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza che può provocare il distacco del pavimento.

Dopo la posa occorre procedere alla sigillatura dei giunti con prodotti a norma UNI EN 13888.

CODICE	CAPITOLO E04 - Assistenze murarie	(TIP.01)

E04 **ASSISTENZE MURARIE:** per opere di falegnameria e serramentistica, opere da fabbro ed impiantistica in genere, esclusa la fornitura del prodotto da porre in opera.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

La misurazione avviene in base alla categoria di prodotto da installare:

Controtelai: si computa per ogni pezzo installato	cad
Infissi: si valuta la superficie degli stessi	m ²
Impiantistica: si valuta in base alle opere effettivamente eseguite	cad o m

DEFINIZIONE

Esecuzioni di lavori a supporto delle lavorazioni specialistiche, in particolare e a titolo esemplificativo:

- apertura e chiusura di tracce, predisposizione di fori e bocchette su murature o strutture di C.A.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai, serrande, griglie, guide e quant'altro;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e fissaggio di apparecchiature sugli stessi.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Le operazioni di cui sopra possono essere realizzate a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici.

CODICE	CAPITOLO E05 - Massetti e sottofondi	(TIP.01)

E05 **MASSETTI E SOTTOFONDI:** da realizzare al di sopra del solaio per la formazione del piano di posa dei pavimenti, compreso ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Massetti e sottofondi: si computano sulle superfici effettivamente realizzate. m²

DEFINIZIONE

Sottofondo: strato di materiali con funzione di costipazione del terreno e sostegno della struttura sovrastante.

Massetto: strato di materiali con funzioni di livellamento, ricezione della pavimentazione finale o direttamente manto di usura.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 10329:1994 Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

UNI EN 13318:2002 Massetti e materiali per massetti – Definizioni

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Il sottofondo e/o massetto deve essere eseguito a perfetta regola d'arte, steso, battuto, spianato e lisciato fino a renderlo perfettamente planare, strutturalmente omogeneo e solido, nello spessore opportuno, ed essere reso in opera finito e funzionante, pronto per ricevere la posa della pavimentazione.

La realizzazione deve essere particolarmente curata al fine di eliminare le camere d'aria, sacche o bolle che potrebbero venirsi a creare; deve inoltre ricoprire tubazioni e canali correnti sugli orizzontamenti.

Il sottofondo e/o massetto deve avere una stagionatura minima di 28 giorni, eventualmente riducibile o aumentabile se, a giudizio della D.L. il conglomerato si presenterà completamente asciutto e privo di umidità (riscontrabile anche con specifiche prove tecniche).

Nella realizzazione di massetti di superficie superiore ai 50 mq devono essere previsti dei giunti di dilatazione che dovranno essere realizzati mediante la posa di guarnizioni di resina poliuretanica.

Qualora si dovesse interrompere il getto dei suddetti massetti da un giorno all'altro, il taglio di giunzione dovrà essere verticale, netto e non inclinato, con rete metallica passante, per evitare sollevamenti sul giunto in caso di espansione del massetto.

CODICE	CAPITOLO E07- Istallazione di infisso esterno	(TIP.01)

E07 **ISTALLAZIONE DI INFISSE ESTERNE** su vano predisposto escluso l' infisso da computare a parte. Sono compresi: il sollevamento al piano, la movimentazione del materiale dal sistema di sollevamento al foro muro, la pulizia del vano predisposto, i materiali per la posa ed il fissaggio meccanico (viti a fissaggio diretto/turboviti oppure vite e tassello con spessori di distanziamento). E' inoltre compresa (se necessaria) la riquadratura finale con appositi profili inclusi nella fornitura dell'infisso, il tutto per dare il lavoro compiuto e finito a regola d'arte. La posa dovrà essere conforme alla UNI 10818 ed ai punti applicabili della UNI 11673-1 con riferimento al giunto primario e secondario.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Posa in opera di finestre e portefinestre in legno, pvc, alluminio, legnoalluminio e alluminiolegno: si computa cad con riferimento alla superficie del vano predisposto per la successiva posa in opera dell'infisso, comprensivo quindi del controtelaio o del monoblocco.

Cad

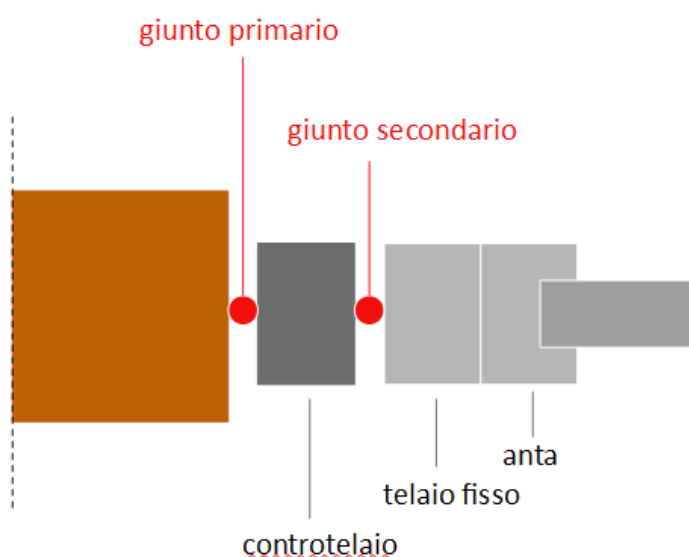
Posa in opera di monoblocco per qualunque tipo di oscuranti: si computa cad con riferimento alla superficie del vano predisposto per la successiva posa in opera del controtelaio o del monoblocco.

cad

DEFINIZIONE

Procedimento di montaggio di infisso esterno (finestre o portefinestre) o dei suoi componenti (come monoblocchi o controtelai), per il quale risultano di particolare importanza i punti di posa e la corretta esecuzione dei giunti primari e secondari:

- giunto primario – nodo tra parete e controtelaio/monoblocco
- giunto secondario – nodo tra controtelaio/monoblocco e infisso



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 14351-1: 2016 Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali

UNI 10818 Finestre, portefinestre, porte e chiusure oscuranti - Ruoli, responsabilità e indicazioni contrattuali nel processo di posa in opera

UNI 11673-1: 2017 Posa in opera di serramenti - Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione

UNI 11673-2: 2019 Parte 2: requisiti di conoscenza, abilità e competenza del posatore di serramenti

DL 48/2020 Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.

D.Lgs 6 settembre 2005 n. 206 (definito Codice del Consumo)

D.P.C. M. 05/12/1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”

UNI 11296:2018 Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La posa in opera dell'infisso deve garantire tenuta all'aria, al vento, all'acqua, termica, acustica e di sicurezza, ed è quindi importante che venga eseguita correttamente al fine assicurare il mantenimento in opera delle prestazioni del prodotto installato.

Le figure e le competenze coinvolte nel processo di posa in opera, sono definite e regolate nella norma tecnica UNI 10818 (salvo diverso concordamento tra le parti) con particolare riferimento alle responsabilità dei diversi operatori che intervengono nel processo di posa in opera, dalla progettazione alla verifica finale dei serramenti esterni successiva al montaggio in cantiere (finestre, portefinestre, interne ed esterne, chiusure oscuranti).

Infatti la direzione lavori potrà verificare durante l'esecuzione quanto prevede la norma UNI 11673-2 che ha successivamente inserito la figura del posatore/installatore di serramenti nell'ambito del Quadro Europeo delle Qualifiche (European Qualification Framework – EQF definendo i requisiti relativi all'attività professionale in relazione a conoscenze, abilità e competenze declinate secondo tre livelli di qualifica:

- installatore/posatore junior (livello EQF 2)
- installatore/posatore senior (livello EQF 3)
- installatore/posatore caposquadra (livello EQF 4)

La corretta posa in opera deve garantire le stesse prestazioni che il serramento ha in laboratorio così come definito nella UNI 11673-1 (tenuta all'aria, all'acqua, all'acustica, alla termica ed alla sicurezza) e necessita di un'accurata pianificazione.

Serramento	Installazione
Permeabilità all'aria	Perdite per ventilazione
Trasmitt. Termica	Ponti termici
Trasmitt. termica Permeabilità all'aria – COV	Formazione muffe e condense - COV
Isolamento acustico	Contributo all'isolamento acustico
Resist. al vento e caratt. meccaniche	Caratteristiche e sistema di fissaggio
Durabilità materiali	Comportamento termo- igrometrico dei giunti - durabilità materiali e loro impiego

Risulta fondamentale, come prima cosa, l'analisi e la gestione accurata da parte di tecnici esperti dei giunti di posa. La progettazione dei giunti di installazione deve trattare gli isolamenti e le sigillature su tre piani funzionali:

- lato esterno → piano di tenuta agli agenti atmosferici (per evitare infiltrazioni di acqua e spifferi)
- lato interno → piano di permeabilità all'aria interna dell'edificio (freno vapore per evitare muffe o condense)
- lato centrale → piano di isolamento termico acustico e di fissaggio meccanico (abbattimento acustico e di fissaggio)

Il progetto di posa dell'infisso deve quindi considerare: la continuità della sigillatura interna sull'intero perimetro per garantire la continuità nel piano di permeabilità dell'involucro prestando particolare attenzione ai raccordi, l'utilizzo di materiali sigillanti testati secondo UNI EN 12114 con valori di permeabilità all'aria calcolati, l'impiego di guaine e membrane, l'utilizzo di materiali tra loro compatibili ed un adeguato sistema di fissaggio meccanico tale da garantire il trasferimento dei carichi (peso del serramento e carico del vento) alla struttura muraria.

Una corretta posa in opera serramenti porta a eliminare i ponti termici, cosa fondamentale per far sì che la temperatura interna possa essere mantenuta costante e non si presentino sbalzi termici che possono causare la formazione di muffe.

Non di minore importanza per una corretta posa, è inoltre l'accurata pianificazione delle operazioni che devono essere eseguite in cantiere:

- Scarico del materiale
- Movimentazione in cantiere e sollevamento al piano
- Procedure di installazione
- scelta delle attrezzature e prodotti necessari
- Pulizia finale dell'area interessata nel cantiere (materiali di sfido, cartucce, bombolette esauste, ecc.)

CODICE	CAPITOLO F03 - Opere da vetraio	(TIP.01)

F03 **OPERE DA VETRAIO:** posa in opera di lastre di vetro e cristalli (escluso il costo dei materiali), di qualsiasi dimensione, su infissi e telai metallici o in legno, compreso mastice e tasselli per il fissaggio, eventuale fermavetro e/o guarnizioni in gomma, sigillatura con silicone e quant'altro occorrente per dare il lavoro finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Vetri e cristalli: la superficie viene effettuata sulle lastre in opera, senza tener conto degli eventuali sfridi occorsi per ricavarne le dimensioni effettive. m²

DEFINIZIONE

Lavorazione per il montaggio di vetri e cristalli.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 12758:2011 Vetro per edilizia - Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea - Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà

UNI 7697:2015 – Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie

UNI 6534:1974 - Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione. Materiali e posa in opera

UNI EN 1096-1:2012 Vetro per edilizia - Vetro rivestito - Parte 1: Definizioni e classificazione

UNI EN 1096-2:2012 Vetro per edilizia - Vetro rivestito - Parte 2: Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S

UNI EN 1096-3:2012 Vetro per edilizia - Vetro rivestito - Parte 3: Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D

UNI EN 13022-2:2014 Vetro per edilizia - Vetrate strutturali sigillate - Parte 2: Regole di posa

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali; la sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici; per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione.

Il montaggio deve essere effettuato a perfetta regola d'arte onde evitare qualsiasi vibrazione. Sui serramenti realizzati con profilati, i vetri richiesti possono essere bloccati lungo il perimetro con tasselli portanti e distanziatori, ed infine stuccati ad iniezione. I vetri devono essere collocati negli infissi con modalità tali da impedire la fuoruscita dalla loro sede sotto l'azione delle forze cui saranno soggetti in esercizio: peso proprio, pressione e depressione del vento, etc.

CODICE	CAPITOLO F04 - Tinteggiature e verniciature	(TIP.01)

F04 **TINTEGGIATURE E VERNICIATURE:** compreso idonea preparazione delle superfici da pitturare, l'eventuale protezione di altre opere finite, la rimozione e la pulitura di tutte le superfici eventualmente intaccate; compreso i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni mobili o fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Tinteggiature di pareti o soffitti, sia esterni che interni, è computata nei seguenti modi e con riferimento alla quantità stesa secondo le analisi:

- per le pareti di spessore superiore a cm 15 si computa lo sviluppo della superficie effettiva tinteggiata, al netto cioè di tutte le aperture esistenti e con l'aggiunta delle relative riquadrature; m²
- per le pareti di spessore inferiore a cm 15 il computo avverrà vuoto per pieno, a compenso delle riquadrature dei vani di superficie uguale o inferiore a 4 m².

Coloritura o verniciatura di infissi, ringhiere e simili è computata nei seguenti modi:

- per le porte, finestre, bussole o simili si computa due volte la luce netta dell'infisso, oltre ad eventuale mostra o sguincio, non detraendo la superficie vetrata; m²
- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, ecc., sono computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si tiene conto nella misurazione; m²
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli, inferriate e simili, è computata due volte l'intera loro superficie, misurata in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si tiene conto nella misurazione; m²
- per i radiatori si computano gli elementi che li compongono; cad
- per i tubi, i profilati e simili, si computa lo sviluppo lineare m

indipendentemente dalla loro sezione;

- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, è computata m^2 due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

DEFINIZIONE

Tinteggiature: stesura di sostanze coloranti in sospensione o in soluzione in liquidi acquosi o acrilici sulle superfici opache di soffitti e pareti interne ed esterne, di spessore tale da ottenere la copertura completa senza ombreggiature, scolature ecc, in base alla quantità di vernice riportata nelle analisi.

Verniciature: stesura di soluzione più o meno densa di composizione varia con funzione di rivestimento protettivo e/o ornamentale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 8758:1985 Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica.

UNI 8760:1985: Sistemi di rivestimento plastico ad applicazione continua. Criteri per l'informazione tecnica.

UNI 8752:1985 Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Classificazione, terminologia e strati funzionali.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I sistemi di finitura realizzati con prodotti fluidi quali pitture, vernici, impregnanti, devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto ed in base alle caratteristiche del prodotto.

Ai fini della presente lavorazione, si deve procedere come di seguito indicato:

- asportazione di vecchie coloriture o verniciature su opere murarie e non;
- protezione delle altre opere finite presenti in cantiere e non oggetto di pulizia a mezzo idonei sistemi di protezione;
- rimozione e pulitura di eventuali elementi deteriorati od estranei alla struttura su cui si deve andare ad operare, da eseguirsi a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici;

- pulizia delle superfici interessate dalle lavorazioni, per asportare delle vecchie coloriture verniciature e la ruggine, a mezzo sabbiatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbiatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della D.L., la sabbiatura potrà essere sostituita dalla pulizia meccanica (brossatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);
- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- pulizia dai materiali di risulta e loro allontanamento.

Sabbiatura su opere in ferro:

- protezione delle altre opere finite presenti in cantiere e non oggetto di pulizia a mezzo idonei sistemi di protezione;
- rimozione e pulitura di eventuali elementi deteriorati od estranei alla struttura su cui si deve andare ad operare, da eseguirsi a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici;
- pulizia delle superfici interessate dalle lavorazioni, per asportare le vecchie verniciature e la ruggine, a mezzo sabbiatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbiatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della D.L., la sabbiatura può essere sostituita dalla pulizia meccanica (brossatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);
- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- pulizia dai materiali di risulta e loro allontanamento.

Durante la lavorazione occorre curare, per ogni operazione, la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

CODICE	CAPITOLO F05 - Opere da lattoniere	(TIP.01)

F05 **OPERE DA LATTONIERE:** lavorazione e posa di elementi in lamiera di acciaio zincato, di rame, di alluminio o di altri metalli delle dimensioni e forme richieste, completi di ogni accessorio e di pezzi speciali necessari al loro perfetto funzionamento e compresi oneri per saldature, sagomatura, taglio, sfrido, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Escluse le sole opere murarie.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Condotti, pluviali e canali di gronda: si computano in base alla loro effettiva lunghezza, m

Converse, compluvi e scossaline: si computano in base alla loro superficie, senza tener conto delle giunzioni, sovrapposizioni, ecc. m²

DEFINIZIONE

Lavorazione e/o messa in opera di elemento acciaio, rame , alluminio o altri metalli

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Esistono diversi tipi di materiali impiegati in lattoneria come l'acciaio inox, il rame, la lamiera zincata e/o preverniciata, l'alluminio naturale e preverniciato, il piombo e lo zinco-titanio.

Per la realizzazione delle opere si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali.

Le opere devono essere realizzate in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; si deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; i pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo; i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto.

I canali di gronda devono essere sostenuti da cicogne le quali devono essere poste ad una distanza non superiore a m 1,00.

La conversa e le scossalina devono essere adeguatamente risolte e comunque garantire la tenuta all'acqua.

Le giunzioni devono essere opportunamente collegate tra loro con uno dei seguenti metodi:

- rivettatura in doppia fila alternata;
- saldatura a stagno uniforme e senza interruzioni;
- sigillatura con collante per garantire una perfetta tenuta.

CODICE	CAPITOLO F06 - Scarichi e fognature	(TIP.01)

F06 **SCARICHI E FOGNATURE:** realizzati per lo smaltimento delle acque reflue, sono compresi i pezzi speciali ed i raccordi, i pezzi per lo staffaggio, le guarnizioni ed i collari, l'eventuale sigillatura dei giunti e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte; sono altresì compresi la formazione del piano di posa, i rinfianchi, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi. Sono esclusi gli scavi ed i rinterri, le tracce, la realizzazione di cavedi e le chiusure.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Tubazioni: si computano secondo il loro sviluppo lineare m

Pozzetti e fosse biologiche: si computano per ciascun elemento. cad

DEFINIZIONE

Posa in opera di impianto di scarico delle acque reflue (nere e saponose) e meteoriche (acque bianche), intese quali l'insieme di condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica o ad altro recapito autorizzato.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L.R. 31 maggio 2006, n. 20 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

L.R. del 10 ottobre 2011 n.50 Modifiche alla legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) e alla legge regionale 3 marzo 2010, n. 28 (Misure straordinarie in materia di scarichi nei corpi idrici superficiali. Modifiche alla legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" e alla legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 "Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati").

DPGR 22 Ottobre 2013 n.59/R Modifiche al regolamento emanato con decreto del Presidente della Giunta regionale 8 settembre 2008, n. 46/R (Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento")

UNI EN 598:2009 : Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - Requisiti e metodi di prova

UNI EN 14758-1:2012 :Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polipropilene con cariche minerali (PP-MD) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema

UNI EN 12201-1:2012 : Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità

UNI EN 752:2008 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'impianto deve essere installato nel suo insieme in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; le tubazioni orizzontali e verticali ed i loro raccordi devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto; i cambi di direzione devono essere fatti con raccordi che non producono apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento (curve aperte); i punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale e comunque non inferiore a 100 mm; si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente; le tubazioni interrate devono essere posate sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare i tubi, anche con costituzione di un idoneo fondo di posa.

PARAGRAFO 3 - TIPOLOGIA 02 - RISTRUTTURAZIONI EDILI

I prezzi sono relativi ad una ristrutturazione di edilizia civile e si riferiscono a lavori con ordinaria difficoltà di esecuzione, compresa manutenzione ordinaria e straordinaria, sia programmabile che non programmabile.

Capitolo A03 – Demolizioni, smontaggi, rimozioni e puntellamenti

Capitolo A04 – Scavi

Capitolo A07 – Trasporti e movimentazioni

Capitolo B04 – Calcestruzzi

Capitolo B08*– Solai

Capitolo B10 – Consolidamenti e rinforzi strutturali

Capitolo C01*– Muratura di pareti e tramezzi

Capitolo C03 – Coperture

Capitolo D01*– Isolamenti termici CAM

Capitolo D06 – Risanamenti e deumidificazioni

Capitolo E06 – Finiture

Capitolo E07 – Sostituzione di infisso esterno

Capitolo F04 – Tinteggiature e verniciature

Nella presente edizione della guida i capitoli contrassegnati da “ * ” si riferiscono a norme di misurazioni ed indicazioni procedurali comuni alle lavorazioni CAM.

CODICE	CAPITOLO A03 - Demolizioni, smontaggi, rimozioni e puntellamenti	(TIP.02)

A03 **DEMOLIZIONI, SMONTAGGI, RIMOZIONI E PUNTELLAMENTI:** per interventi di ristrutturazione edilizia compreso, ove non diversamente indicato, il calo, sollevamento e movimentazione dei materiali di risulta con qualsiasi mezzo (tranne a spalla) fino al piano di carico e/o fino al mezzo di trasporto, nell'ambito del cantiere; sono compresi i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte. Sono esclusi il carico, trasporto e scarico, i costi di accesso per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero o del loro smaltimento e gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Le lavorazioni contenute nel presente articolo, vengono così determinate:

Demolizione di muratura portante e strutture in calcestruzzo: si computa il volume lavorato	m ³
Demolizione di pareti verticali in cartongesso: si computa la superficie effettivamente rimossa	m ²
Taglio a forza di pareti per formazione di varchi ed aperture in genere; demolizione completa di solai piani o inclinati, pavimentazioni, massetti e vespai; demolizione o smontaggio di controsoffitti, con relative strutture di sospensione ed intonaco sottostante; rivestimenti o parati, spicconature di intonaci; tetto in legno e laterizio; manto di copertura in genere e dello scempiato si computa la superficie effettivamente lavorata	m ² oppure m ³
Rimozione di correnti in legno di qualsiasi lunghezza; demolizione di travetti prefabbricati in cemento: si computa la lunghezza lavorata	m
Rimozione di travi in legno (grossa orditura): si computa il volume lavorato	m ³
Rimozione di travi in ferro: si computa il peso lavorato	kg
Rimozione di cappelli per comignoli; apparecchi igienico termico sanitari; vasche da incasso: si computano gli elementi rimossi	cad
Smontaggio di gronda completa, compreso seggiole, mensole, sotto-mensole, scempiato e manto di copertura; docce, raccordi, pluviali, converse e simili;	m ²

rimozione di manto impermeabilizzante posto su coperture piane o inclinate: si computa la superficie lavorata

Smontaggio di serramenti interni o esterni: si computa la superficie libera del vano risultante m²

Smontaggio di vetri di qualsiasi tipo in lastra fino a mq 1, da serramenti in legno o metallo e lucernari: si computa la superficie vetrata dei serramenti stessi m²

Rimozione di apparecchi igienico-termo-sanitari, vasche da incasso , radiatori in genere compreso smontaggio apparecchiature, attacchi e raccordi ed il disancoraggio delle staffe: si computano gli elementi rimossi cad

Rimozione di tubazioni in ferro o in rame; esecuzione di tracce e fori per passaggio di tubazioni, cavi, canalette, formazione sedi di incasso di manufatti vari e simili, su conglomerato cementizio e di muratura in genere: si computa la lunghezza delle tubazioni rimosse m

Smontaggio e/o rimozione di lastre in pietra o marmo per rivestimenti, scale, soglie, stipiti, davanzali, architravi, cimase e simili; pavimenti in legno, siano essi incollati o inchiodati; pavimenti in materiale resiliente incollati; puntellamenti eseguiti in legname e/o puntelli tubolari metallici: si computa la superficie della lavorazione m²

DEFINIZIONE

Demolizione: abbattimento graduale di edifici o altre strutture effettuato con mezzi meccanici o a mano.

Smontaggio: insieme di lavorazioni finalizzate alla scomposizione e allo spostamento di edifici, parti essi o altre strutture ai fini del loro reimpiego.

Rimozione: insieme di lavorazioni finalizzate alla scomposizione e allo spostamento di edifici, parti essi o altre strutture ai fini del loro smaltimento o recupero al di fuori del cantiere.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

CIRCOLARE 7 agosto 2003, n.4174 MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI Chiarimenti interpretativi in ordine alla inclusione dell'intervento di demolizione e ricostruzione nella categoria della ristrutturazione edilizia.

(Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, come modificato ed integrato dal decreto legislativo 27 dicembre 2002, n. 301 e successive modifiche ed integrazioni.)

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nei lavori elencati si intende compreso l'onere per la movimentazione del materiale demolito, con qualsiasi mezzo, anche a spalla, a deposito o al sito di carico sui mezzi, nonché tutti i trasporti verticali che si rendessero necessari.

Le demolizioni devono limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

La zona dei lavori deve essere opportunamente delimitata, i passaggi ben individuati ed idoneamente protetti, così come tutte le zone che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Prima dei lavori di demolizione è necessario procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e stabilità delle strutture da demolire, devono essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e sbocchi di qualunque genere, essere vuotate le tubazioni ed i serbatoi esistenti; dopo di che si procederà all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie.

Le demolizioni, sia parziali che complete, devono essere eseguite con cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, limitando il lavoro diretto sopra le strutture da demolire, al fine di evitare che si creino zone di instabilità strutturale.

I materiali in genere non devono essere gettati dall'alto, ma essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano raccolta.

Non deve essere sollevata polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Tutti i materiali riutilizzabili, che restano tutti di proprietà della stazione appaltante, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito, che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assemblaggio, e per evitarne la dispersione.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati dall'Impresa fuori del cantiere nei punti indicati o agli impianti di smaltimento autorizzati.

CODICE	CAPITOLO A04 - Scavi	(TIP.02)

A04 **SCAVI:** compresi gli oneri per la rimozione dei trovanti rocciosi e/o relitti di muratura fino a mc 0,50, la regolarizzazione del fondo di scavo, il deflusso o l'aggetto dell'eventuale acqua presente fino ad un battente massimo di cm 20, l'estirpazione di ceppaie, gli oneri per le opere provvisorie quali le sbadacchiature per scavi ad una profondità inferiore a 1,50 m, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi il carico, trasporto e scarico, i costi di accesso per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero o del loro smaltimento e gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Gli scavi sono computati:

scavi a larga sezione e a sezione ristretta obbligata: moltiplicando l'area del fondo scavo per la profondità del medesimo, misurata a partire dal punto più basso del perimetro; nel caso di scampanature praticate nella parte inferiore degli scavi i relativi volumi vengono misurati geometricamente, scomponendo, ove occorra, i volumi stessi in parti elementari più semplici. m³

DEFINIZIONE

Asportazione di rocce e/o terra e/o altro materiale, necessaria per la realizzazione di opere edili, eseguita con mezzi meccanici o a mano.

Si definiscono le diverse tipologie di scavo:

- **scotico:** asportazione di uno strato superficiale del terreno vegetale, per una profondità fino a 30 cm, eseguito con mezzi meccanici; l'operazione viene eseguita per rimuovere la bassa vegetazione spontanea e per preparare il terreno alle successive lavorazioni (scavi, formazione di tappeti erbosi, sottofondi per opere di pavimentazione, ecc). Escluso il taglio degli alberi con diametro del tronco maggiore di 10 cm e l'asportazione delle relative ceppaie;
- **scavo di sbancamento:** formazione di un piano praticato al di sopra di quello orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno, che sia aperto da almeno un lato;
- **scavo di spleamento:** realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento precedentemente eseguito, sempre che il fondo dello scavo sia accessibile ai mezzi di trasporto e comunque il sollevamento non sia effettuato mediante il tiro in alto;
- **scavo a sezione larga obbligata:** realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento o dello spleamento, sempre che il fondo dello

scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati;

- **scavo a sezione ristretta obbligata:** tutti gli scavi incassati per fondazioni continue, fondazioni isolate, trincee e simili, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati; realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno. Si precisa che all'interno del prezzo, lo scavo a sezione ristretta obbligata è ulteriormente suddiviso in puntuale e continua; la sezione puntuale si riferisce a plinti e buche, la sezione continua a scavi la cui larghezza massima non superi comunque il 1,50 m.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n. 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella classificazione dei terreni si individuano tre principali tipologie:

- terreni sciolti: terreni di media consistenza, di qualsiasi natura, asciutti o poco umidi (argille, sabbie e ghiaie prive di cementazione) con resistenza a compressione $< 70 \text{ kg/cm}^2$ e comunque scavabili con benna semplice o a mano;
- rocce tenere: formazioni di ceneri vulcaniche, pozzolane, tufo poco litoide con resistenza allo schiacciamento tra i 70 ed i 100 kg/cm^2 e comunque scavabili con benna da roccia;
- rocce compatte: pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss, ardesie, ecc.) e rocce magmatiche effusive (basalti, trachiti, etc.) con resistenza a compressione $> 100 \text{ kg/cm}^2$ e comunque scavabili con uso di martellone o di mine.

Gli scavi, per qualsiasi lavoro inerente l'abbassamento della quota di imposta dei pavimenti, e per la formazione di cassonetti per vespai, o lo scavo al di sotto di strutture preesistenti per consentire la sottofondazione, devono essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L..

Nell'esecuzione degli scavi occorre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, realizzando, in base alla natura del terreno, le pareti del fronte di scavo con inclinazione e tracciato

adeguato, prendendo tutte le precauzioni necessarie quando opera nelle vicinanze di fabbricati e predisponendo canalette per l'allontanamento delle acque superficiali.

Nel caso di instabilità dei fronti di scavo, pericolo di danno a persone o opere, l'impresa ha l'obbligo di avvertire la Direzione Lavori ed il Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Esecuzione, per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione del rischio.

Il ciglio del fronte di scavo deve essere messo in sicurezza e presso di esso non deve essere collocato il materiale scavato.

Nei lavori elencati si intende compreso l'onere per la movimentazione del materiale scavato, con qualsiasi mezzo, anche a spalla, a deposito o al sito di carico sui mezzi, nonché tutti i trasporti verticali che si rendessero necessari.

Nel caso di interferenza dello scavo con servizi e condutture, sarà cura ed onere dell'impresa adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire la stabilità e l'integrità degli stessi, avvertendo e concordando le operazioni con i soggetti gestori dei servizi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere riutilizzate o trasportate successivamente in altro sito, esse devono essere depositate in luogo adatto e previsto in sede progettuale (in conformità al Piano di Utilizzo e al PSC se dovuto per legge), accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno. Il deposito di materiale scavato deve essere fisicamente separato e gestito in modo autonomo rispetto ai rifiuti eventualmente presenti nel cantiere o nel sito temporaneo.

Il deposito del materiale scavato, in attesa dell'utilizzo (ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b) D.M. 161/2012), deve avvenire all'interno del cantiere (sito di produzione) o di altre aree previste (siti di deposito intermedio e di destinazione), identificando, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006, D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo e dell'art. 41 bis del decreto legge n. 69 convertito nella legge n. 98 del 2013.

La legge di conversione 164/ 2014, in vigore dal 12 novembre 2014, introduce molte novità al DL 133/2014, il così detto "Sblocca Italia, entrato in vigore il 13 settembre 2014. Vi sono interventi in materia di bonifiche e dissesto idrogeologico, gestione delle risorse idriche, terre e rocce da scavo, settore energetico, trasporti, territorio e molto altro ancora.

CODICE	CAPITOLO A07 - Trasporti e movimentazioni	(TIP.02)

A07 **TRASPORTI E MOVIMENTAZIONI:** Movimentazione dei materiali in ambito di cantiere. Carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento, esclusi i costi di accesso per il loro conferimento, gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Trasporti e Movimentazioni: Si computa il volume di materiale movimentato. m³

DEFINIZIONE

Carico, trasporto e scarico di materiale nell'ambito del cantiere e fuori da esso (rifiuti).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L.R. 10-7-2006 n. 30 "Funzioni amministrative di competenza comunale in materia di bonifica di siti contaminati"

Legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 "Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati"

D.P.G.R. 25 febbraio 2004 n. 14/R , Regolamento regionale di attuazione ai sensi della lettera e), comma 1, dell'articolo 5 della legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati), contenente norme tecniche e procedurali per l'esercizio delle funzioni amministrative e di controllo attribuite agli enti locali nelle materie della gestione dei rifiuti e delle bonifiche. Modificato dal D.P.G.R. 25/11/2009 n. 72/R e dal D.P.G.R. 08/04/2013, n. 15/R.

Delib.G.R. 29-12-2004 n. 41-14475 Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti speciali da attività produttive, commerciali e di servizi. Modifiche e adeguamento alla vigente normativa della Sezione 2 del Piano di Gestione dei rifiuti approvato con Delib.C.R. 30 luglio 1997, n. 436-11546.

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La movimentazione del materiale nell'ambito di cantiere deve avvenire a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici e precisamente:

- **a mano o con l'ausilio di piccoli attrezzature da lavoro** (pala, carriola, carderella, secchi etc.): Qualora ci si trovi in presenza di un'area di stoccaggio o di deposito di materiali in genere e si debba provvedere alla loro movimentazione ed allontanamento (a mano o per paleggiamento), si deve procedere dall'alto verso il basso, attuando le opportune cautele al fine di evitare cadute incontrollate di materiale, caricandolo sugli idonei mezzi di trasporto, quali per esempio, secchi, carriole, carrette, moto-carrette, benne di mezzi d'opera o altro. Se l'operazione viene effettuata con la pala, il materiale da sollevare deve essere di idonea dimensione e peso alla dimensione della pala stessa. Per il superamento dei dislivelli, si devono utilizzare degli elevatori (piattaforme, carrelli elevatori, montacarichi, gru a torre etc.) e qualora si movimentino carichi con la carriola si devono realizzare idonee passerelle o andatoie con pannelli di legno o similari.

- **con mezzi meccanici:** questi lavorazioni devono essere effettuate da personale qualificato e formato, che utilizzi attrezzature e mezzi d'opera certificati e collaudati.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006 e D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo.

Il trasporto del materiale scavato deve essere accompagnato dalla documentazione dovuta ai sensi dell'allegato 6 del D.M. 161/2012.

CODICE	CAPITOLO B04 - Calcestruzzi	(TIP.02)

B04 CALCESTRUZZI: Composti e confezionati in cantiere con l'ausilio di betoniera, conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, classificato in base alla resistenza caratteristica C, compresi i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte. Il calcestruzzo realizzato in cantiere va prodotto in regime di controllo qualità per garantire il rispetto delle prescrizioni di progetto. Il costruttore prima dell'inizio dell'opera deve effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Opere in conglomerato cementizio: si computano in base al volume realizzato, dal quale sono detratti tutti i vani i vuoti o le tracce che abbiano sezioni minime superiori a m² 0,20; dal computo finale, sono inoltre detratti i volumi occupati da altre strutture inserite nei getti stessi, con esclusione delle armature metalliche, ancorché conteggiate a parte.

m³

DEFINIZIONE

Conglomerato costituito da materiali inerti (sabbia, ghiaia) uniti a un legante idraulico (calce, cemento) ed acqua e con l'aggiunta, secondo le necessità, di additivi e/o aggiunte minerali che influenzano le caratteristiche fisiche o chimiche del conglomerato.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato l'impresa deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche (D.M. 17/01/2018), nonché alle Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale edita dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2008) <http://www.cslp.it/cslp/>

UNI EN 206:2014 Calcestruzzo - : Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2004 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera; tale sistema di controllo deve essere certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato ed effettuato in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo

Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2003), ma per modeste quantità l'impresa può confezionare in cantiere il calcestruzzo, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati (individuato nella norma inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea).

La miscela sarà confezionata sotto la diretta responsabilità dell'impresa. Il costruttore, prima dell'inizio dei lavori, deve effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela da utilizzare, al fine di ottenere le prescrizioni richieste dal progetto e consegnare alla DL adeguata documentazione dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica.

Il calcestruzzo viene identificato in base alla resistenza caratteristica, alla classe di esposizione ambientale ed alla consistenza; l'aggregato è considerato con D_{max} 32 mm e la classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo è 0,4.

Deve essere curata la messa in opera e la stagionatura del calcestruzzo, affinché la resistenza in opera non risulti inferiore ai limiti imposti dal D.M. 17/01/2018 .

L'impresa deve avvisare la Direzione dei Lavori prima di iniziare ciascun getto, con un preavviso di almeno 24 ore, e verificare assieme alla stessa DL se le condizioni climatiche sono idonee all'esecuzione dei getti.

È necessario che l'impresa utilizzi casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere sulla capacità del copriferro di proteggere le armature; nel caso di utilizzo di casseri di legno e/o elementi in laterizio l'impresa deve bagnare fino a saturazione tutte le superfici che saranno a contatto col calcestruzzo per evitare la sottrazione di acqua dallo stesso.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compattato e la relativa superficie deve essere protetta contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici e mantenuta umida per almeno tre giorni.

Il calcestruzzo deve essere compattato in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia.

Allo scopo occorre utilizzare vibratori da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Nella fase del getto la vibrazione deve essere eseguita per strati di spessore inferiore a 30 cm.

Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme; per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario fissato dalle tabelle sotto riportate.

L'impresa è responsabile del rispetto della classe di consistenza prescritta dal progettista, pertanto non deve essere aggiunta acqua o altri materiali nell'impasto a piè d'opera.

Per una corretta esecuzione del getto del calcestruzzo deve essere rispettata l'altezza massima di caduta libera (di solito limitata a 50-70 cm) ed i tempi minimi di vibrazione prescritti.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori, seguendo le procedure previste dal D.M. 17/01/2018.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

Il disarmo deve avvenire gradatamente, adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche, e non deve avvenire prima che la resistenza del calcestruzzo abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo e sempre previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

CODICE	CAPITOLO B08 - Solai	(TIP.02)

B08 SOLAI: Rifacimento di solai esistenti piani o inclinati con il mantenimento della struttura originaria o il recupero e riutilizzo della stessa, per solai di qualunque tipologia, compresi i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabatelli a norma, anche esterni, mobili e fissi, il getto della soletta in calcestruzzo classe C25/30 spessore cm 4 (salvo diversa indicazione) il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi: il getto dei cordoli di rigiro, i sistemi di collegamento ed ancoraggio alle strutture esistenti e le armature (da computarsi a parte).

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Qualsiasi tipologia di solaio è computata a superficie netta misurata all'interno dei cordoli perimetrali e delle travi di C.A., escluso l'incastro sulle strutture portanti. m²

Fornitura di travi e correnti in legno è computata a volume effettivo delle stesse m³

Sedi di incastro per gli elementi portanti e creazione dei piani di appoggio degli elementi strutturali: si conteggiano a unità, per ciascun operazione effettuata. Cad

I solai interamente in conglomerato cementizio armato gettati in opera, saranno valutati al metro cubo per la quantità di getto di calcestruzzo, mentre per l'armatura in acciaio, si dovrà calcolare a parte il peso a chilogrammo (vedi paragrafo 2 Capitolo B03 - per i calcestruzzi- e B04 - per l'acciaio- della presente Guida) m³

Nei prezzi dei solai se non diversamente precisato è compreso l'onere per il getto e lo spianamento superiore della caldana o soletta, delle fasce piene e delle nervature trasversali, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito. Sono escluse le armature e il getto dei cordoli di rigiro, che dovranno essere computate a parte.

Nel prezzo dei solai di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, predalles o di cemento armato precompresso e laterizi, sono escluse la fornitura, la lavorazione e posa in opera del ferro occorrente per l'armatura, è invece compreso il puntellamento provvisorio, le casseforme continue e le impalcature di sostegno

SOLAI: piani o inclinati di qualunque tipologia compreso il puntellamento provvisorio, le casseforme continue e le armature di sostegno di qualunque tipo, natura, forma e specie, fino ad una altezza di m 4,00 dal piano di appoggio. Compreso l'onere per i getti di solidarizzazione, in opera, della soletta superiore, delle fasce piene e delle nervature trasversali di ripartizione di spessore minimo cm 4 (salvo diversa indicazione) con calcestruzzo di classe non inferiore a C20/25 (secondo UNI EN 206:2014 e UNI 11104:2004) e quant'altro occorra per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Armature da computarsi a parte

DEFINIZIONE

Solaio: ciascuno dei piani orizzontali o inclinati che suddividono l'edificio, servendo da copertura alle stanze sottostanti e da base a quelle soprastanti.

Sedi di incastro: lavorazione necessaria per la creazione di asole nella muratura realizzate per alloggiare gli elementi portanti del solaio.

Piani di appoggio: lavorazione necessaria per la creazione di superfici orizzontali di idonee dimensioni ricavate all'interno dello scasso per alloggiare gli elementi portanti del solaio.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nel rifacimento dei solai, prima di demolire la struttura sovrastante del massetto sarà necessario puntellare adeguatamente il solaio.

Prima della realizzazione degli scassi occorre tracciare sulle strutture esistenti la quota dei piani d'imposta dei solai e la posizione delle asole di alloggiamento, operazione da eseguirsi a mano (corda/gesso, livella) o con l'ausilio di apparecchiature elettroniche (livella laser ecc). A seconda delle caratteristiche tipologiche della struttura si devono eseguire gli scassi a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici provvedendo successivamente alla regolarizzazione del piano di appoggio con idoneo materiale.

Gli scassi devono limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

Nel rifacimento del solaio in legno, l'appoggio sulla muratura deve prevedere l'interposizione di elementi detti dormienti, con la funzione di isolamento della trave dall'umidità di condensazione e di ripartizione dei carichi sulla muratura su una superficie più ampia della proiezione della sola superficie di appoggio. Se le travi sono alloggiate nelle murature il vano deve essere realizzato di dimensioni sufficienti per lasciare una necessaria intercapedine d'aria, soprattutto posteriormente alla testata.

Non deve essere sollevata polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Tutti i materiali riutilizzabili, che restano di proprietà della stazione appaltante, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito, che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e per evitarne la dispersione.

I materiali di scarto devono essere sempre trasportati dall'Impresa fuori del cantiere nei luoghi indicati dal Direttore dei lavori.

I solai devono sopportare, a seconda della destinazione prevista per i relativi locali, i carichi previsti nel D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

Il materiale di recupero e di nuova fornitura deve essere posato non a contatto con il terreno per evitare che assorba sostanze che, una volta in opera, possano causare efflorescenze o scarsa adesione con il calcestruzzo.

Durante la stagione invernale bisogna evitare che gli elementi di laterizio si impregnino d’acqua, con rischio di danneggiamento da gelo.

Nel caso siano presenti elementi difettosi, essi vanno eliminati prima della posa in opera.

CODICE	CAPITOLO B10 - Consolidamenti e rinforzi strutturali	(TIP.02)

B10 **CONSOLIDAMENTI E RINFORZI STRUTTURALI:** da eseguirsi su strutture lesionate o da rinforzare, mediante l'utilizzo di tecniche adeguate in base alla tipologia dell'opera sulla quale si interviene, compresi ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili e fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Consolidamento strutture in c.a.: si computa a superficie lavorata. m²

Consolidamento di strutture in genere (chiusura di brecce, scuci e scuci), cordoli di collegamento, consolidamento fondazioni, rinfianchi, sottomurazioni: si computa a volume eseguito. m³

Inghisaggi e consolidamenti con elementi in acciaio: si computano ad elemento posato. cad

Cerchiature: si computa il peso degli elementi utilizzati. kg

DEFINIZIONE

Consolidamento: lavorazione finalizzata a restituire o incrementare la consistenza di un singolo elemento strutturale o di un intero edificio.

Rinforzo strutturale: lavorazione finalizzata ad incrementare la resistenza di un singolo elemento strutturale o di un intero edificio.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

“Linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi Strutturali, tamponature e Partizioni” della Protezione Civile.

Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP Documento approvato il 24 luglio 2009 dall'assemblea Generale Consiglio Superiore LL PP

Linee Guida CNR-DT200/2004 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati – Materiali, strutture in c.a. e in c.a.p. , strutture - Consiglio Nazionale delle Ricerche – 13 luglio 2004.

UNI EN 1504-9:2009 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo: Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 9: Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi.

UNI EN 1504-10:2005 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo: Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità- Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori.

UNI 9124-1:1987 Edilizia residenziale. Strutture di elevazione di muratura (ed elementi costruttivi associati). Definizione fondamentale degli interventi di recupero.

UNI EN ISO 12944-1:2001 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale (Seguono le parti: 2,3,4,5 e 6)

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Prima dell'esecuzione del consolidamento si deve procedere ad eventuale scarifica e pulizia meccanica delle parti degradate e degli elementi estranei alla struttura.

Per le opere in cemento armato si deve effettuare il trattamento protettivo dei ferri con applicazione di malta additivata e malta rasante. Per assicurare alla malta cementizia anticorrosiva la possibilità di sviluppare efficacemente la sua proprietà anticorrosiva, è indispensabile che il ferro da trattare sia liberato dal calcestruzzo circostante deteriorato e carbonatato che da materiali incoerenti, grassi, olii e ruggine. In caso di impossibilità di eseguire una sabbiatura allo scopo di portare le armature a metallo bianco; è opportuno spazzolare energicamente la superficie del metallo con cura ed in profondità.

In base alla lavorazione da eseguire si deve effettuare gli idonei puntellamenti delle strutture, siano esse orizzontali o verticali.

Nei consolidamenti di muratura con la tecnica del “scuci e cuci” si deve procedere con la massima cautela evitando colpi e vibrazioni durante la fase di demolizione, eseguendo ogni operazione a mano. I mattoni devono essere ammortati da ambo i lati con la muratura esistente.

Nei consolidamenti di muratura- rinforzo di muratura con rete elettrosaldata e getto di cls, cosiddetto “betoncino”, si deve preventivamente procedere alla demolizione dell'intonaco o del rivestimento con rimozione dello stesso dalle connessioni, mettendo a vivo la muratura; allargare le fessurazioni maggiori, anche asportando le parti già smosse e mediante pulizia accurata con getto d'acqua delle fessurazioni e delle pareti messe a nudo. Successivamente procedere con la stuccatura delle fessurazioni con malta cementizia, previo posa in opera dei tondi di acciaio attraversanti la muratura entro fori di piccolo diametro o attraverso le stesse lesioni, bloccati con pasta cementizia.

Si procede poi all'applicazione su entrambe le facce della muratura di una rete elettrosaldata, risvoltandola per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli verticali interni ed esterni. Le reti devono essere fissate e collegate fra loro con tondini di acciaio diametro 6-8 mm, in ragione di 6 collegamenti per m²; ed infine si applica a spruzzo o a pressione su entrambe le facce, previa bagnatura delle superfici, del rinzafo e di uno strato di “betoncino” dello spessore minimo di 3 cm dal

vivo del muro, trattato a frattazzo, per ottenere una superficie regolare piana atta a ricevere lo strato a finire dell'intonaco od il rivestimento.

Il cordolo in cemento armato deve essere eseguito, in base alla consistenza dei muri ed alle prescrizioni di progetto.

CODICE	CAPITOLO C01 - Muratura di pareti e tramezzi	(TIP.02)

C01 **MURATURA DI PARETI E TRAMEZZI:** per la regolarizzazione di pareti o per la tamponatura di vani di porte o finestre compreso il calo ed il sollevamento in alto dei materiali, la formazione di riseghe, mazzette e collegamenti, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte. Le dimensioni degli elementi sono indicate secondo la norma UNI 771-1 (larghezza – spessore – altezza)

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Murature: si computano al “vivo”, esclusi cioè gli intonaci, con detrazione dei vuoti di luce superiore a m² 1,00 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc. che abbiano sezione superiore a m² 0,50; per detta lavorazione si procede misurando la superficie realizzata. m²

DEFINIZIONE

Elemento strutturale realizzato in laterizio o calcestruzzo posato con malta con spessore variabile, ma senza funzione di sostegno dei carichi del fabbricato.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 9124-1:1987 Edilizia residenziale. Strutture di elevazione di muratura (ed elementi costruttivi associati). Definizione fondamentale degli interventi di recupero.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nelle costruzioni delle murature deve essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi; e sono lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi e i capichiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, canne di stufe e camini, scarico acque ecc.);
- il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;

- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc...

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti sia fra le varie parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, devono essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione. Essi devono mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; sono posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca intorno e riempia tutte le commessure.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione.

Se la muratura è con paramento a vista (cortina) occorre avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle commessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. I giunti, previa loro raschiatura e pulitura, devono essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte devono essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno

CODICE	CAPITOLO C03 - Coperture	(TIP.02)

C03 **COPERTURE:** Rifacimento e/o manutenzione di manti di copertura ed aggetti di gronda su strutture esistenti compreso gli oneri per il calo ed il sollevamento dei materiali e la loro posa in opera, la formazione di colmi, diagonali, bocchette di areazione e altri pezzi speciali, la sistemazione delle converse, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabatelli a norma, anche esterni, mobili e fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Manto di copertura e aggetti di gronda: si computa misurando geometricamente la superficie effettiva delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaioli, lucernari, ed altre parti sporgenti della copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di m²1,00, nel qual caso si devono dedurre per intero. Non si tiene conto delle sovrapposizioni a ridosso dei giunti. m²

DEFINIZIONE

Copertura: elemento posto alla sommità di un muro o di un altro elemento architettonico, anche aggettante, in modo da allontanare il dilavamento dell'acqua piovana e a protezione degli agenti atmosferici. In particolare si intendono per coperture discontinue (a falda) quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura le sue funzioni solo se posto ad una determinata pendenza.

Manto di copertura: elemento di tenuta, consistente nello strato più esterno della copertura, impermeabile e resistente alle sollecitazioni chimiche, fisiche e meccaniche.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 9460:2008 Coperture discontinue - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio o calcestruzzo.

UNI 8178:2012 Edilizia – Coperture – Analisi degli elementi e strati funzionali.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Durante l'esecuzione dei lavori è compito, tra gli altri, della D.L. verificare che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed in particolare devono essere verificati i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni e l'esecuzione dei bordi.

Il manto di copertura deve avere una superficie che garantisca la stabilità degli elementi di copertura e la corretta ventilazione del sotto manto. Per il fissaggio si possono adottare diverse soluzioni: listellatura (doppia o singola), pannelli presagomati e cordoli in malta.

Durante la posa del manto di copertura deve essere posta particolare attenzione ad effettuare una corretta sovrapposizione delle tegole per garantire la tenuta all'acqua del manto di copertura realizzato con elementi discontinui. La sovrapposizione varia al variare della pendenza, che a sua volta varia a seconda della zona climatica e delle condizioni climatiche peculiari nella zona stessa, per le coperture con coppi ed embrici, i coppi devono sovrapporsi agli embrici di 7-9 cm.

La posa del manto di copertura con coppi ed embrici deve avvenire procedendo dalla gronda verso il colmo, per file in direzione della linea di massima pendenza. L'allineamento degli elementi deve essere controllato con una staggia (stadia).

Le tegole marsigliesi devono essere posate per file parallele alla linea di gronda, una alla volta, oppure procedendo con due o tre file contemporaneamente, iniziando dalla linea di gronda e procedendo verso l'alto. Per realizzare le file a giunti sfalsati in modo che, cadendo il giunto fra due tegole adiacenti al centro della tegola sottostante, si riduca il pericolo di infiltrazioni, una fila si ed una no devono essere iniziate con una mezza tegola. Questa si può anche ottenere mediante il taglio di una tegola standard utilizzando una mola fissa su banco. Per realizzare un manto di marsigliesi a giunti allineati, con un effetto estetico diverso, si può procedere sia per file orizzontali, sia per file verticali: in quest'ultimo caso però, dopo la prima fila, occorre alzare ogni tegola per sovrapporre ed incastrare le tegole della fila parallela verificando continuamente l'allineamento con la staggia.

CODICE	CAPITOLO D01 – Isolamenti termici CAM	(TIP.02 CAM)

D01 **ISOLAMENTI TERMICI CAM** rispondenti ai decreti del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.), su pareti verticali, orizzontali o inclinate da collocare in opera con tutti gli accorgimenti e le indicazioni prescritte dalle ditte produttrici e dalle norme di riferimento. Sono esclusi gli oneri per la preparazione dei supporti (se non diversamente esplicitato). E' compreso il calo ed il sollevamento dei materiali, i ponti di servizio e/o trabattelli a norma con altezza massima m 2,00, anche esterni, mobili o fissi, la formazione dei giunti ed il raccordo agli angoli, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. I prodotti per isolamento devono recare la marcatura CE, essere conformi alla norma UNI 13172 e, se previsto, rispettare i requisiti della norma UNI 13501 in materia di reazione al fuoco (così come esplicitata nel D.M. 15/03/2005 e seguenti).

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Isolamenti termici su pareti verticali o coperture piane ed inclinate CAM rispondenti al decreto MATTM 11-10-2017: si computa la superficie della parete posta in opera "vuoto per pieno" con detrazione dei vuoti superiori a 4 mq. Sono comprese eventuali riquadrature, risvolti alle finestre, sguinci e mazzette. Sono esclusi i profili di partenza, di chiusura e paraspigoli. m²

Profili di partenza, di chiusura e paraspigoli: si computa la lunghezza effettivamente realizzata sia nella posa di isolante che nel sistema a cappotto ml

Isolamenti termici su solai orizzontali: si computa la superficie effettivamente realizzata. m²

SISTEMI A CAPPOTTO:

Realizzazione sistemi a cappotto CAM rispondenti al decreto MATTM 11-10-2017: si computa la superficie effettivamente realizzata dell'intero sistema (senza computare i singoli strati), con detrazione dei vuoti di qualsiasi dimensione m²

Riquadratura dello spessore del perimetro dei vuoti: si computa la superficie effettivamente realizzata del perimetro delle aperture nel sistema cappotto m²

DEFINIZIONE

Isolamenti termici:

Lavorazione volta a ridurre il flusso termico di calore scambiato tra due ambienti a temperature differenti mediante applicazione su supporto verticale, orizzontale o inclinato di materiale isolante

ancorato in modo stabile al supporto con colla o tasselli o frapposto nell'intercapedine. La scelta del materiale è legata a molteplici parametri di natura economica (costo), prestazionale (in termini energetici ma anche di altra natura, ad esempio meccanica in base al supporto ed all'isolante scelto), di durabilità e sostenibilità ambientale (in particolare il loro impatto in fase di processo).

Nell'ambito degli isolamenti termici, si definisce:

Sistema a cappotto:

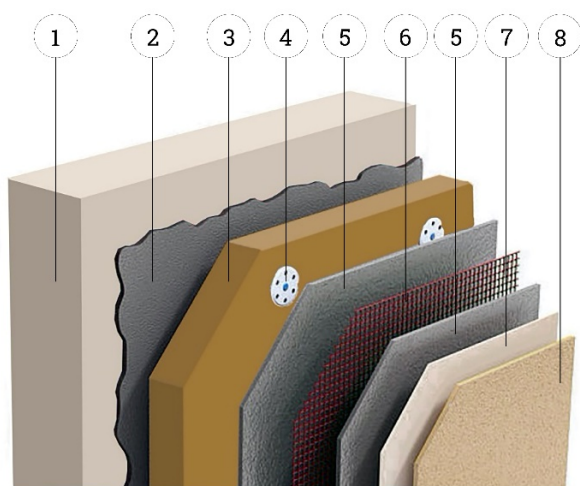
Sistema certificato ETA004 (valutazione tecnica Europea) composto strati funzionale ed elementi costruttivi, la cui funzione principale è quella di isolare termicamente l'involucro opaco e, nel caso di cappotto esterno, anche di proteggere l'edificio dagli agenti atmosferici.

Di seguito si inseriscono le definizioni degli strati funzionali che costituiscono il cappotto

Collante	Materiale di ancoraggio dei pannelli isolanti al supporto. L'ancoraggio viene realizzato con malte adesive (collanti), concepite specificatamente per sistemi a cappotto.
Materiale isolante	Pannello o striscia di materiale isolante che consente una riduzione del flusso termico. Le azioni rivolte al miglioramento dell'aspetto energetico dell'edificio sono prevalentemente legate alla limitazione delle dispersioni: un'attenta nuova costruzione delle facciate con cappotti esterni di rivestimento, un accurato isolamento delle coperture, e il controllo della ventilazione degli ambienti comportano una riduzione della trasmittanza dell'edificio, oltre al miglioramento del comfort abitativo, elemento quest'ultimo da non sottovalutare.
Tasselli	Sistema di fissaggio costituito da tassello con vite o tassello a pressione. Il fissaggio meccanico contrasta le forze orizzontali dovute all'azione del vento e assicura la stabilità del sistema nel tempo. I tasselli devono essere concepiti specificatamente per sistemi a cappotto e la tipologia varia a seconda del tipo di supporto. I tasselli vanno applicati dopo l'indurimento della malta, in numero variabile in funzione delle caratteristiche del supporto, dell'altezza dell'edificio e della ventosità.
Intonaco di base	Il "sistema di intonaco" è composto dalla rasatura armata, ossia un intonaco di base in cui è inserita una rete di armatura, dall'eventuale primer e dall'intonaco di finitura con l'eventuale pittura.
Armatura	Rete di armatura in tessuto di fibra di vetro ha la funzione di sopportare le tensioni che si generano nello strato di rasatura a causa degli sbalzi termici: è indispensabile per prevenire la formazione di fessure nell'intonaco. La rete, come tutte le componenti del sistema, deve essere specificamente concepita per l'isolamento a cappotto e deve essere costruita da fibra minerale resistente agli alcali.
Intonaco di finitura	Rivestimento con eventuale fondo adatto al sistema. La finitura esterna

	deve resistere alle intemperie ed agli sbalzi di temperatura. Inoltre deve essere impermeabile all'acqua ma permeabile al vapore proveniente dall'interno dell'edificio. Può essere colorata in pasta.
Accessori	Come ad esempio: rete angolare, profili per raccordi e bordi, giunti di dilatazione, profili per zoccolatura.

A titolo esemplificativo, di seguito si inserisce uno schema grafico della stratigrafia di un Sistema a cappotto esterno:



Esempio di STRATIGRAFIA SISTEMA A CAPPOTTO ESTERNO:

1. Involucro opaco verticale esistente
2. Collante
3. Isolante
4. Eventuale fissaggio meccanico (tassellatura)
5. Rasatura armata (o intonaco di base)
6. Rete di armatura
7. Intonaco di finitura
8. Eventuale tinteggiatura

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Di seguito un elenco di normative che possono costituire un riferimento sia negli isolanti che nel sistema cappotto.

DECRETO MINISTERIALE 15 marzo 2005 “Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo”, e seguenti.

UNI EN 13172:2012 Isolanti termici - Valutazione della conformità

UNI EN 13501-2:2009 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione

UNI EN 13162:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13163:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica (EPS) - Specificazione

UNI EN 13164:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13165:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13166:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di resine fenoliche espanse (PF) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13167:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13168:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana di legno (WW) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13169:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13170:2013 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica (ICB) - Specificazione

UNI EN 15599-1:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera.

UNI EN 15599-2:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di perlite espansa (EP) - Parte 2: Specifiche per i prodotti messi in opera.

UNI EN 15600-1:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV) - Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera.

UNI EN 15600-2:2010 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e le installazioni industriali - Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV) - Parte 1: Specifiche per i prodotti messi in opera.

UNI EN 14303:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 14304:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di espanso elastomerico flessibile (FEF) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14305:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14306:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di silicato di calcio (CS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14307:2013 - Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14308:2013 Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PUR) e di poliisocianurato espanso (PIR) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14309:2013 Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 14313:2013 Isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali - Prodotti di polietilene espanso (PEF) ottenuti in fabbrica - Specificazione

UNI EN 13171 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica - Specifiche

D.M. 11/10/2017 “Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”

In riferimento al sistema a cappotto, si specifica inoltre che tale sistema è progettato e realizzato secondo le normative tecniche vigenti, in particolare secondo le Guide ETAG per prodotti innovativi e le norme UNI (alcune delle quali sono comuni agli isolamenti):

ETAG 004 Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco

EAD 330196-01-0604 Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi Isolanti a Cappotto

EN 13165 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano rigidi (PU) ottenuti in fabbrica - Specifiche

EN 13499 Isolanti termici per edilizia - Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l’Esterno (ETICS) a base di polistirene espanso - Specifiche

EN 13500 Isolanti termici per edilizia - Sistemi Compositi di Isolamento Termico per l’Esterno (ETICS) a base di lana minerale - Specifiche

UNI/TR 11715 “Isolanti termici per edilizia - progettazione e messa in opera dei Sistemi Isolanti Termici per l’esterno (ETICS)

UNI 11716 “Attività professionali non regolamentate - Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS) - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza

EOTA TR 025 “Linee guida per la trasmittanza termica puntuale per tasselli per ETICS” (Point thermaltransmittance of plastic anchors for ETICS)

EOTA TR 026 “Linee guida per la resistenza allo stappo per piattelli di tasselli per ETICS” (Plate stiffness of plastic anchors for ETICS)

EOTA TR 051 “Linee guida per i test da realizzare in situ per tasselli e viti” (Recommendations for jobsite tests of plastic anchors and screws)

UNI EN 1991-1-4 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento”

EN 998-1 Specifiche per malte per opere murarie - Parte 1: Malte per intonaci interni ed esterni

EN 15824 Specifiche per intonaci esterni e interni a base di leganti organici

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Isolamenti termici:

I prodotti per isolamento devono recare la marcatura CE ed essere conformi alla norma di classificazione dei materiali UNI 13172:2012.

Tutti i materiali devono rispettare i limiti e le tolleranze per quanto riguarda le dimensioni (larghezza – lunghezza – spessore), la massa aerica e la resistenza termica specifica.

Particolare attenzione deve essere posta al tipo di supporto sul quale viene posizionato l'isolante e qualora tale supporto (verticale, orizzontale o inclinato) non abbia le caratteristiche tali da assicurare una corretta posa in opera dell'isolante, devono essere realizzate quelle operazioni necessarie a renderlo adeguato.

Nel caso di parete verticale esterna, sia per la posa di isolante che per la realizzazione di sistema a cappotto, l'analisi a vista del supporto, è volta alla verifica di:

- idoneità e consistenza del supporto (presenza di fessurazioni, degrado ecc)
- assenza di patologie
- resistenza superficiale dell'intonaco o della superficie della muratura
- planarità e verticalità della parete
- temperatura minima del supporto e dei materiali impiegati non inferiore a 5°

In ogni caso occorre tenere in considerazione il fatto che la posa in opera dell'isolante può variare in funzione del supporto e del tipo di isolante scelto.

La posa in opera deve avvenire secondo le prescrizioni stabilite dalle ditte produttrici dei materiali; in particolare deve essere posta attenzione alla corretta realizzazione delle giunzioni, soprattutto nei punti critici **al fine di evitare** ponti termici, infiltrazioni ecc e devono essere assicurati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

Ad integrazione di quanto sopra ed in riferimento all'intero SISTEMA A CAPPOTTO si specifica quanto segue:

Eseguite le necessarie verifiche del supporto, nel caso di **posa di cappotto** si procede con la posa del cappotto partendo dal basso verso l'alto, come di seguito:

- posa di un profilo di partenza
- inserimento di malta di incollaggio su tutto il perimetro del pannello e su 3 punti centrali per una superficie totale di collante/malta di almeno il 40% o in alternativa su tutto il pannello/lastra
- posa delle lastre sfalsate (per non avere sovrapposizione dei giunti) e ben accostate
- verifica della planarità

Nel caso di supporto intonacato, la tassellatura è inserita in sostituzione o in aggiunta del collante da definire in funzione della tipologia dell'isolante e dei seguenti elementi. La tassellatura è necessaria:

- nel caso di un peso superiore ai 30Kg/mq del sistema completo composto da pannello, colla e strati superficiali
- nel caso di edifici con altezza superiore a 22 m
- nel caso di supporto portante in legno
- nel caso l'isolante abbia uno spessore maggiore o uguale a 10 cm

Nel caso di isolante in EPS, generalmente è buona norma utilizzare anche la tassellatura oltre all'incollaggio tranne in caso di nuova costruzione.

Nel caso di lana minerale, è sempre prevista la tassellatura oltre all'incollaggio.

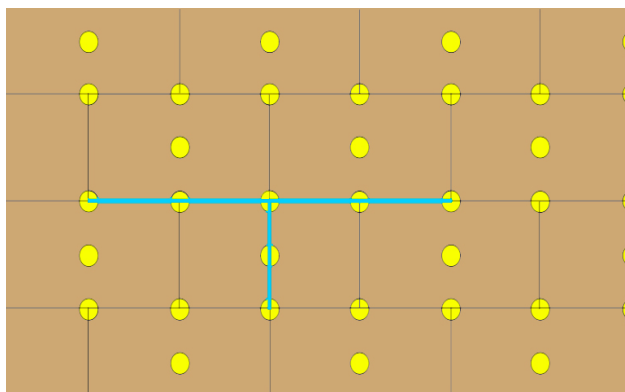
I tasselli sono di 2 tipi: a percussione o ad avvitamento.

Il numero dei tasselli da utilizzare (almeno 6/mq), varia in base a:

- altezza dell'edificio
- velocità di riferimento del vento
- topografia

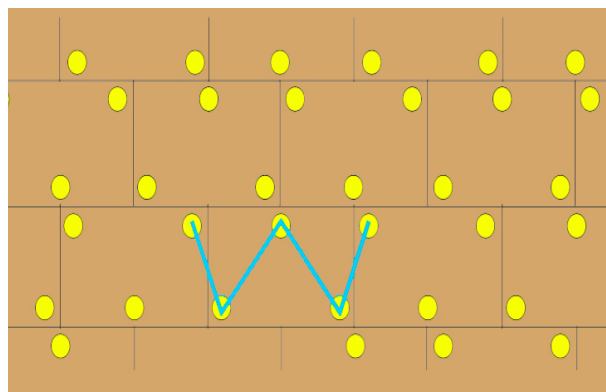
I tasselli sono posti seguendo lo schema a "T" o a "W" .

ESEMPIO DI SCHEMA A "T":



Nello schema a T almeno un tassello è posto al centro di ogni pannello ed un altro ad ogni incrocio dei giunti: questo schema è consigliato per l'applicazione dei pannelli in EPS e in PU. Nel caso siano necessari più tasselli, essi vanno posizionati nella parte centrale dei pannelli (vedi schemi successivi).

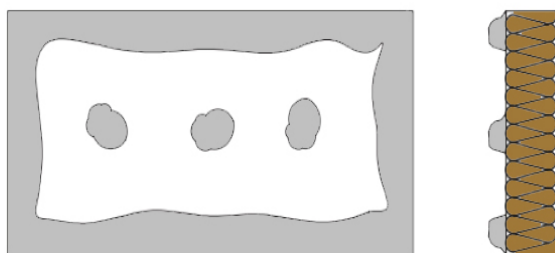
ESEMPIO DI SCHEMA A "W":



Nello schema a W ogni pannello è fissato con 3 (minimo) o più tasselli: questo schema è possibile per l'isolamento termico con pannelli in MW, in alternativa allo schema T.

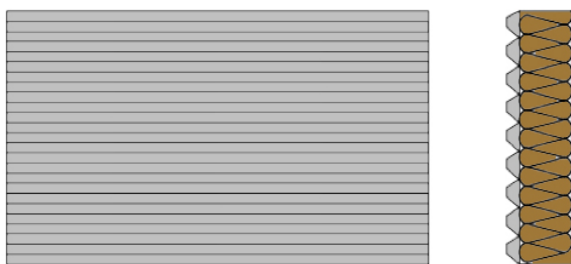
Per la posa in opera del collante, occorre applicare lo stesso con spessore minimo 10 mm nel perimetro della lastra e al centro della stessa in modo da garantire una copertura della superficie della lastra con il collante a minimo il 40%. Di seguito si inseriscono due esempi relativi alla posa del collante:

Esempio di METODO A CORDOLO PERIMETRALE E PUNTI:



Realizzazione di un bordo di colla (cordolo) e due o tre punti di incollaggio al centro del pannello in modo che premendo il pannello isolante sul fondo e rispettando le tolleranze ammissibili per il supporto si abbia una copertura minima di collante del 40%.

Esempio di METODO A TUTTA SUPERFICIE:



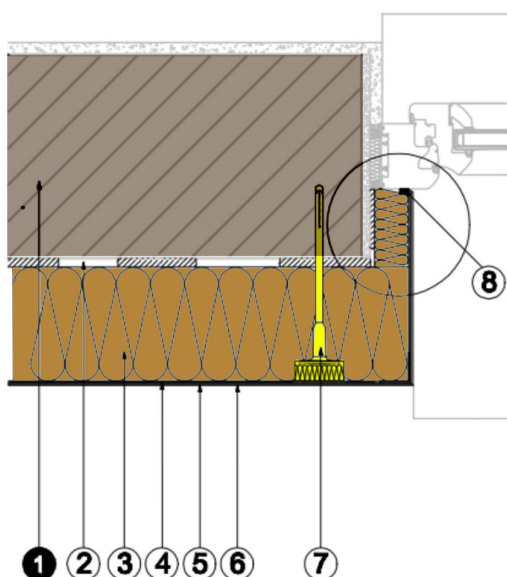
La colla **viene** applicata sul pannello isolante con spatola dentata (con dentatura variabile in base alla regolarità del supporto).

Questo sistema di incollaggio è possibile solo nel caso di supporti con sufficiente planarità. In alcuni casi la colla può essere applicata direttamente sul supporto e comunque seguendo le indicazioni del produttore

La successiva rasatura con la rete ha uno spessore totale variabile in funzione della tipologia di isolante e costituisce il supporto per la finitura. La rasatura è composta da un primo strato di spessore minimo di 1mm a seguito del quale viene posata la rete (con sovrapposizione di almeno 10cm tra un telo di rete e l'altro), ed un successivo strato ulteriore di rasante per l'annegamento della rete.

L'ultimo strato funzionale di un sistema a cappotto è costituito da uno strato di finitura con funzione protettiva ed estetica.

I dettagli di raccordo a finestre e porte possono essere risolti in più modi, a titolo esemplificativo si inserisce di seguito un dettaglio "tipo" di raccordo a finestre e porte con attacco in mezzera:



ESEMPIO DI RACCORDO A FINESTRE E PORTE:

1. Struttura della parete
2. Collante
3. Isolante
4. Rasatura armata
5. Intonaco di finitura
6. Eventuale tinteggiatura
7. Fissaggio del Sistema
8. Profilo di raccordo alla finestra

L' esempio sopra riportato prevede un bordo di colla (cordolo) e due o tre punti di incollaggio al centro del pannello in modo che premendo il pannello isolante sul fondo e rispettando le tolleranze ammissibili per il supporto si abbia una copertura minima di collante del 40%.

CODICE	CAPITOLO D06 - Risanamenti e deumidificazioni	(TIP.02)

D06 **RISANAMENTI E DEUMIDIFICAZIONI:** di pareti e murature esclusi ponteggi esterni o piattaforme aeree a cella, ma compresi ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabatelli a norma, anche esterni, mobili e fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Risanamenti: si computa la superficie lavorata m²

Deumidificazione: si computa al metro per ogni cm di spessore m/cm

DEFINIZIONE

Risanamento: lavorazione atta a recuperare un elemento strutturale in stato di degrado chimico-fisico.

Deumidificazione: lavorazione atta a ridurre il livello di umidità presente nelle strutture edilizie.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la deumidificazione delle murature in pietra o laterizio soggette al fenomeno della risalita capillare dell'umidità, occorre:

- rimuovere gli intonaci fatiscenti, pari alla quota raggiunta dalla risalita capillare dell'umidità, aumentata di tre volte lo spessore della muratura, avendo cura di scarnire in profondità le fughe tra gli elementi;
- pulire le superfici da ogni parte incoerente mediante idrolavaggio in pressione o raschiatura con mezzi manuali;
- posare sulle superficie ripulita di prodotto deumidificante a pennello o spruzzo, secondo la tecnica scelta dal progettista e da indicazione della D.L.
- eseguire l'intonacatura secondo le indicazioni progettuali con i prodotti ivi indicati.

CODICE	CAPITOLO E06 - Finiture	(TIP.02)

E06 **FINITURE:** rifacimento di cornici, cornicioni e fasce marcapiano, stuccatura e ripresa di facciate ed intonaco, esclusi ponteggi esterni o piattaforme aeree a cella, ma compresi ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili e fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Finiture: si computano le superfici effettivamente realizzate. m²

DEFINIZIONE

Finiture: lavorazioni atte al completamento esterno estetico/funzionale degli edifici.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Occorre preventivamente procedere alla raschiatura e lavatura delle vecchie murature, per eliminare eventuali residui di polvere, malta o qualsivoglia altro materiale instabile, ed essere portate a finito tramite lisciatura a ferro, a frattazzo od altra tecnica realizzativa corrispondente alla perfetta regola dell'arte.

Le rabbocature, le sbruffature, le arricciature e gli intonaci di qualsiasi tipo, applicati anche in superfici limitate (cornicioni, fasce marcapiano, paramenti in pietra, spalle, sguinci, mazzette di vani di porte e finestre, etc.) o comunque centinate ed a qualsiasi altezza, comprendono anche:

- l'esecuzione di angoli e spigoli a ciglio vivo od arrotondato con raggio non superiore a 5 cm;
- la ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, la muratura di eventuali ganci a soffitto e le riprese contro pavimenti, rivestimenti, zoccolature, serramenti, da eseguirsi anche in tempi successivi;
- l'intasamento dei fori del laterizio nelle murature di mattoni forati;
- l'esecuzione di un primo leggero rinzafo formato con malta fluida di cemento su tutte le superfici di intradosso dei solai e delle volte e su tutte le strutture di conglomerato cementizio.

Le arricciature, le sbruffature e quant'altro, da eseguirsi a macchina o a mano, devono essere eseguite a perfetta regola dell'arte, stese, battute, spianate e lisce fino a renderle perfettamente complanari a quelle esistenti, strutturalmente omogenee e solide, nello spessore opportuno ed essere rese finite e pronte per la lavorazione successiva.

E07 SOSTITUZIONE DI INFISSE ESTERNE su vano esistente escluso l'infisso da computare a parte. Sono compresi: il sollevamento e la discesa al piano, la movimentazione del materiale dal sistema di sollevamento al foro muro e viceversa, la pulizia del vano predisposto, i materiali per la posa ed il fissaggio meccanico (viti a fissaggio diretto/turboviti oppure vite e tassello con spessori di distanziamento). E' inoltre compresa (se non diversamente precisato) la riquadratura finale con appositi profili inclusi nella fornitura dell'infisso, il tutto per dare il lavoro compiuto e finito a regola d'arte. La posa dovrà essere conforme alla UNI 10818 ed ai punti applicabili della UNI 11673-1 con riferimento al giunto primario e secondario.

NORME DI MISURAZIONE

U.M.

Sostituzione di finestre e portefinestre in legno, pvc, alluminio, legnoalluminio e alluminiolegno: si computa cad con riferimento alla superficie del vano predisposto per la successiva posa in opera dell'infisso, comprensivo quindi del controtelaio o del monoblocco.

Cad

Posa in opera di monoblocco per qualunque tipo di oscuranti: si computa cad con riferimento alla superficie del vano predisposto per la successiva posa in opera del controtelaio o del monoblocco.

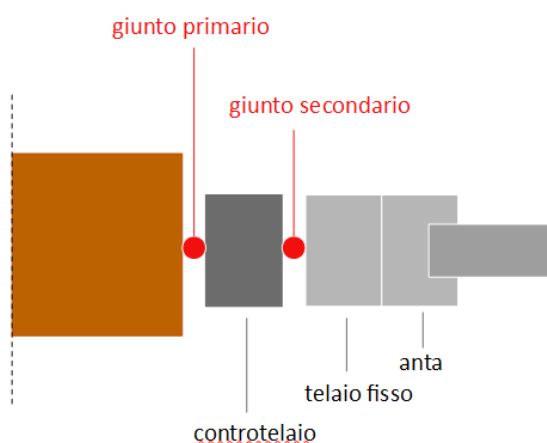
cad

DEFINIZIONE

La sostituzione di infisso esterno consiste nello smontaggio della finestra/portafinestra esterna esistente, ed il successivo rimontaggio del nuovo infisso sul vano esistente. Laddove l'ambiente è già abitato, tale operazione deve essere svolta ponendo attenzione all'eventuale distacco ed al ripristino dell'intonaco tra muratura e telaio, oltre che allo smontaggio e rimontaggio dello zoccolino esistente nel caso di portafinestra.

Nel successivo rimontaggio del nuovo infisso, risultano di particolare importanza i punti di posa e la corretta esecuzione del giunto primario (nel caso si provveda a sostituire anche il controtelaio) e secondario:

- giunto primario – nodo tra parete e controtelaio/monoblocco
- giunto secondario – nodo tra controtelaio/monoblocco e infisso



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 14351-1: 2016 Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali

UNI 10818 Finestre, portefinestre, porte e chiusure oscuranti - Ruoli, responsabilità e indicazioni contrattuali nel processo di posa in opera

UNI 11673-1: 2017 Posa in opera di serramenti - Parte 1: Requisiti e criteri di verifica della progettazione

UNI 11673-2: 2019 Parte 2: requisiti di conoscenza, abilità e competenza del posatore di serramenti

DL 48/2020 Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.

D.Lgs 6 settembre 2005 n. 206 (definito Codice del Consumo)

D.P.C. M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

UNI 11296:2018 Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La sostituzione dell'infilso esistente necessita di particolare attenzione se svolto all'interno di ambienti abitati. Dapprima vengono sfilate verso l'alto le ante della finestra/portafinestra, dopodichè si passa alla rimozione del telaio fisso ponendo attenzione al distacco di eventuale intonaco tra muratura e telaio ed allo smontaggio dello zoccolino in caso di portafinestra.

La successiva posa in opera dell'infilso deve garantire tenuta all'aria, al vento, all'acqua, termica, acustica e di sicurezza, ed è quindi importante che venga eseguita correttamente al fine assicurare il mantenimento in opera delle prestazioni del prodotto istallato.

Le figure e le competenze coinvolte nel processo di posa in opera, sono definite e regolate nella norma tecnica UNI 10818 (salvo diverso concordamento tra le parti) con particolare riferimento alle responsabilità dei diversi operatori che intervengono nel processo di posa in opera, dalla progettazione alla verifica finale dei serramenti esterni successiva al montaggio in cantiere (finestre, portefinestre, interne ed esterne, chiusure oscuranti).

Infatti la direzione lavori potrà verificare durante l'esecuzione quanto prevede la norma UNI 11673-2 che ha successivamente inserito la figura del posatore/istallatore di serramenti nell'ambito del Quadro Europeo delle Qualifiche (European Qualification Framework – EQF definendo i requisiti relativi all'attività professionale in relazione a conoscenze, abilità e competenze declinate secondo tre livelli di qualifica:

- installatore/posatore junior (livello EQF 2)

- installatore/posatore senior (livello EQF 3)
- installatore/posatore caposquadra (livello EQF 4)

La corretta posa in opera deve garantire le stesse prestazioni che il serramento ha in laboratorio così come definito nella UNI 11673-1 (tenuta all'aria, all'acqua, all'acustica, all termica ed alla sicurezza) e necessita di un'accurata pianificazione.

Serramento	Installazione
Permeabilità all'aria	Perdite per ventilazione
Trasmitt. Termica	Ponti termici
Trasmitt. termica Permeabilità all'aria – COV	Formazione muffe e condense - COV
Isolamento acustico	Contributo all'isolamento acustico
Resist. al vento e caratt. meccaniche	Caratteristiche e sistema di fissaggio
Durabilità materiali	Comportamento termo- igrometrico dei giunti - durabilità materiali e loro impiego

Risulta fondamentale, come prima cosa, l'analisi e la gestione accurata da parte di tecnici esperti dei giunti di posa. La progettazione dei giunti di installazione deve trattare gli isolamenti e le sigillature su tre piani funzionali:

- lato esterno → piano di tenuta agli agenti atmosferici (per evitare infiltrazioni di acqua e spifferi)
- lato interno → piano di permeabilità all'aria interna dell'edificio (freno vapore per evitare muffe o condense)
- lato centrale → piano di isolamento termico acustico e di fissaggio meccanico (abbattimento acustico e di fissaggio)

Il progetto di posa dell'infisso deve quindi considerare: la continuità della sigillatura interna sull'intero perimetro per garantire la continuità nel piano di permeabilità dell'involucro prestando particolare attenzione ai raccordi, l'utilizzo di materiali sigillanti testati secondo UNI EN 12114 con valori di permeabilità all'aria calcolati, l'impiego di guaine e membrane, l'utilizzo di materiali tra loro compatibili ed un adeguato sistema di fissaggio meccanico tale da garantire il trasferimento dei carichi (peso del serramento e carico del vento) alla struttura muraria.

Una corretta posa in opera serramenti porta a eliminare i ponti termici, cosa fondamentale per far sì che la temperatura interna possa essere mantenuta costante e non si presentino sbalzi termici che possono causare la formazione di muffe.

Non di minore importanza per una corretta posa, è inoltre l'accurata pianificazione delle operazioni che devono essere eseguite in cantiere:

- Scarico del materiale
- Movimentazione in cantiere e sollevamento al piano
- Procedure di installazione
- scelta delle attrezzature e prodotti necessari
- Pulizia finale dell'area interessata nel cantiere (materiali di sfido, cartucce, bombolette esauste, ecc.)

CODICE	CAPITOLO F04 - Tinteggiature e verniciature	(TIP.02)

F04 **TINTEGGIATURE E VERNICIATURE:** eseguite su qualsiasi supporto, compreso eventuale rimozione di coloriture preesistenti, la preparazione delle superfici da pitturare, l'eventuale protezione di altre opere finite, la rimozione e la pulitura di tutte le superfici eventualmente intaccate; compreso i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni mobili o fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Operazioni di sabbiatura per asportazione vecchie coloriture, verniciature o asportazione di ruggine su opere in ferro: si computa la superficie lavorata m²

DEFINIZIONE

Sabbiatura: lavorazione preparatoria tramite asportazione delle vecchie coloriture, verniciature e/o ruggine.

Tinteggiature: stesura di sostanze coloranti in sospensione o in soluzione in liquidi acquosi o acrilici sulle superfici opache di soffitti e pareti interne ed esterne con riferimento alla quantità stesa secondo le analisi.

Verniciature: stesura di soluzione più o meno densa di composizione varia con funzione di rivestimento protettivo e/o ornamentale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 8758:1985 Edilizia. Sistemi di verniciatura, pitturazione, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica

UNI 8760:1985 Edilizia. Sistemi di rivestimento plastico ad applicazione continua (RPAC). Criteri per l'informazione tecnica

UNI 8752:1985 Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Classificazione, terminologia e strati funzionali.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I sistemi di finitura realizzati con prodotti fluidi quali pitture, vernici, impregnanti, devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto ed in base alle caratteristiche del prodotto.

Ai fini della presente lavorazione, si deve procedere come di seguito indicato:

- Asportazione di vecchie coloriture o verniciature su opere murarie e non;
- protezione delle altre opere finite presenti in cantiere e non oggetto di pulizia a mezzo idonei sistemi di protezione;
- rimozione e pulitura di eventuali elementi deteriorati od estranei alla struttura su cui si deve andare ad operare, da eseguirsi a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici;
- pulizia delle superfici interessate dalle lavorazioni, per asportare delle vecchie coloriture verniciature e la ruggine, a mezzo sabbiatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbiatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della D.L., la sabbiatura può essere sostituita dalla pulizia meccanica (brossatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);
- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- pulizia dai materiali di risulta e loro allontanamento.

Sabbiatura su opere in ferro:

- protezione delle altre opere finite presenti in cantiere e non oggetto di pulizia a mezzo idonei sistemi di protezione;
- rimozione e pulitura di eventuali elementi deteriorati od estranei alla struttura su cui si deve andare ad operare, da eseguirsi a mano o con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici;
- pulizia delle superfici interessate dalle lavorazioni, per asportare le vecchie verniciature e la ruggine, a mezzo sabbiatura di grado non inferiore a SP 6 (sabbiatura commerciale). Solo in casi particolari e previa autorizzazione della D.L., la sabbiatura può essere sostituita dalla pulizia meccanica (brossatura) SP 3 o da quella manuale SP 2 (per limitate superfici);
- eventuale sgrassatura e lavaggio, se necessari;
- pulizia dai materiali di risulta e loro allontanamento.

Durante la lavorazione occorre curare, per ogni operazione, la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

PARAGRAFO 4 - TIPOLOGIA 04 - NUOVE COSTRUZIONI STRADALI CARRABILI E NON CARRABILI

I prezzi sono relativi ad un'opera stradale di nuova realizzazione ed a quanto riconducibile alle urbanizzazioni primarie di nuove lottizzazioni e si riferiscono a lavori con normali difficoltà di esecuzione

Capitolo A04 – Scavi

Capitolo A05 – Rilevati stradali

Capitolo A07 – Trasporti e movimentazioni

Capitolo B12 – Corpi stradali

Capitolo E02 – Pavimenti stradali

Capitolo E06*– Finiture stradali

Capitolo E07 – Segnaletica stradale

Capitolo E08 - Barriere stradali, recinzioni e antirumore

Capitolo E09 – Sistemazioni superficiali del terreno

Capitolo F06 – Fognature stradali

Capitolo F07 – Drenaggi

Capitolo F08 – Condotte e cavidotti stradali

Capitolo G01 - Sezioni stradali finite

Nella presente edizione della guida i capitoli contrassegnati da “ * ” si riferiscono a norme di misurazioni ed indicazioni procedurali comuni alle lavorazioni CAM.

CODICE	CAPITOLO A04 - Scavi	(TIP.04)

A04 **SCAVI:** compresi gli oneri per la rimozione di trovanti rocciosi e/o relitti di murature fino a m3 0,50; lo spianamento del fondo di scavo; la regolarizzazione delle pareti e dei cigli; il deflusso o l'aggetto dell'eventuale acqua presente fino ad un battente massimo di cm 20, l'estirpazione di ceppaie, gli oneri per le opere provvisorie quali le sbadacchiature per scavi ad una profondità inferiore a 1,50 m, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono compresi l'accatastamento nell'ambito del cantiere, mentre è escluso il carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento salvo se diversamente specificato. I costi di accesso per il loro conferimento e gli eventuali tributi sono esclusi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Gli scavi sono computati:

scotico: si procede rilevando la superficie lavorata. m²

scavi di sbancamento: si computa il volume col metodo delle sezioni raggiate, in base ai rilevamenti, prima e dopo i relativi lavori. m³

scavi a sezione larga e ristretta obbligata: si procede moltiplicando l'area del fondo scavo per la profondità del medesimo, misurata a partire dal punto più basso del perimetro; nel caso di scampanature praticate nella parte inferiore degli scavi i relativi volumi vengono misurati geometricamente, scomponendo, ove occorra, i volumi stessi in parti elementari più semplici. m³

DEFINIZIONE

Asportazione di rocce e/o terra e/o altro materiale, necessaria per la realizzazione di opere edili, eseguita con mezzi meccanici o a mano.

Si definiscono le diverse tipologie di scavo:

- **scotico:** asportazione di uno strato superficiale del terreno vegetale, per una profondità fino a 30 cm, eseguito con mezzi meccanici; l'operazione viene eseguita per rimuovere la bassa vegetazione spontanea e per preparare il terreno alle successive lavorazioni (scavi, formazione di tappeti erbosi, sottofondi per opere di pavimentazione, ecc). Escluso il taglio degli alberi con diametro del tronco maggiore di 10 cm e l'asportazione delle relative ceppaie;
- **scavo di sbancamento:** formazione di un piano praticato al di sopra di quello orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno, che sia aperto da almeno un lato;

- scavo di splateamento: realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento precedentemente eseguito, sempre che il fondo dello scavo sia accessibile ai mezzi di trasporto e comunque il sollevamento non sia effettuato mediante il tiro in alto;
- scavo a sezione larga obbligata: realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento o dello splateamento, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati;
- scavo a sezione ristretta obbligata: tutti gli scavi incassati per fondazioni continue, fondazioni isolate, trincee e simili, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati; realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno. Si precisa che all'interno del prezzo, lo scavo a sezione ristretta obbligata è ulteriormente suddiviso in puntuale e continua; la sezione puntuale si riferisce a plinti e buche, la sezione continua a scavi la cui larghezza massima non superi comunque il 1,50 m;

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n. 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella classificazione dei terreni si individuano tre principali tipologie:

- terreni sciolti: terreni di media consistenza, asciutti o poco umidi (argille, sabbie e ghiaie prive di cementazione) con resistenza a compressione < 70 kg/cmq e comunque scavabili con benna semplice;
- rocce tenere: formazioni di ceneri vulcaniche, pozzolane, tufo poco litoide con resistenza allo schiacciamento tra i 70 ed i 100 kg/cmq e comunque scavabili con benna da roccia o a mano;

rocce compatte: pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss, ardesie, ecc.) e rocce magmatiche effusive (basalti, trachiti, etc.) con resistenza a compressione > 100 kg/cmq e comunque scavabili con uso di martellone o di mine.

Gli scavi, per qualsiasi lavoro, devono essere eseguiti secondo i disegni di progetto.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

Nell'esecuzione degli scavi, si deve procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati e paralleli all'asse stradale e le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto.

Nell'esecuzione degli scavi occorre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, realizzando, in base alla natura del terreno, le pareti del fronte di scavo con inclinazione e tracciato adeguato, prendendo tutte le precauzioni necessarie quando opera nelle vicinanze di fabbricati e predisponendo canalette per l'allontanamento delle acque superficiali.

Nel caso di instabilità dei fronti di scavo, pericolo di danno a persone o opere, l'impresa ha l'obbligo di avvertire la Direzione Lavori ed il Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Esecuzione, per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione dei rischi.

Nei lavori elencati si intende compreso l'onere per la movimentazione del materiale scavato, con qualsiasi mezzo, anche a spalla, a deposito o al sito di carico sui mezzi, nonché tutti i trasporti verticali che si rendessero necessari.

Nel caso di interferenza dello scavo con servizi e condutture, sarà cura ed onere dell'impresa adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire la stabilità e l'integrità degli stessi, avvertendo e concordando le operazioni con i soggetti gestori dei servizi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere riutilizzate o trasportate successivamente in altro sito, esse devono essere depositate in luogo adatto e previsto in sede progettuale (in conformità al Piano di Utilizzo e al PSC se dovuto per legge), accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno. Il deposito di materiale scavato deve essere fisicamente separato e gestito in modo autonomo rispetto ai rifiuti eventualmente presenti nel cantiere o nel sito temporaneo.

Il deposito del materiale scavato, in attesa dell'utilizzo (ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b) D.M. 161/2012), deve avvenire all'interno del cantiere (sito di produzione) o di altre aree previste (siti di deposito intermedio e di destinazione), identificando, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006, dal D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo e dell'art. 41 bis del decreto legge n. 69 convertito nella legge n. 98 del 2013.

CODICE	CAPITOLO A05 - Rilevati stradali	(TIP.04)

A05	RILEVATI STRADALI: realizzati secondo le sagome prescritte, con materiali idonei privi di sostanze organiche ed esclusi dal prezzo, provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito, che dagli impianti di riciclaggio; sono comprese la compattazione a strati, l'eventuale areazione o inumidimento e ogni lavorazione ed onere per dare il rilevato compiuto a perfetta regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

La formazione dei rilevati stradali viene così computata:

preparazione del piano di posa dei rilevati: si procede rilevando la superficie lavorata. m²

fornitura di materiale per formazione di rilevato stradale: viene valutato misurando il volume di materiale in opera compattato. m³

formazione di rilevato stradale: si procede rilevando il volume in opera compattato del rilevato. m³

Rifilatura di cigli e formazione di una coltre di terreno vegetale su banchine o su scarpate: si procede rilevando la superficie lavorata. m²

DEFINIZIONE

L'insieme di opere che comportano spostamenti di materiale in genere, tese a rialzare il livello del terreno, eseguite con mezzi meccanici o a mano.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

- UNI EN 13242:2008 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.
- UNI EN ISO 14688-1:2013 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
- UNI EN 13285:2010 Miscele non legate - Specifiche
- Grado di costipamento: B.U.- C.N.R. n.69 del 30/11/1978 Norme sui materiali stradali

- Massa volumica in sito: B.U.- C.N.R. n.22 del 03/02/1972 Peso specifico apparente di una terra in sito
- Prova di carico su piastra: B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI del 14/12/199 Determinazione dei moduli di deformazione M_d e M'_d mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare
- Impiego della calce: B.U.- C.N.R. n.36 A VII del 21/02/1973 Stabilizzazione delle terre con calce

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la costruzione di rilevati stradali occorre tenere conto di tre fattori essenziali:

- idoneità del piano di posa;
- natura delle terre da utilizzarsi
- caratteristiche delle macchine per compattare gli strati.

Prima di procedere alla costruzione del rilevato stradale, occorre asportare dal piano campagna il terreno vegetale, per una profondità da 30 a 50 cm, ed assicurarsi che il terreno sottostante al piano di posa sia idoneo a sopportare il peso dell'opera senza che si verifichino cedimenti. A questo scopo il piano di posa del rilevato deve essere accuratamente costipato mediante compattazione con rulli idonei. Quando invece il piano di posa del rilevato non ha buone caratteristiche di portanza, occorre asportare lo strato di terreno non idoneo e sostituirlo con altro di idonee qualità e, se necessario, realizzare opere di drenaggio.

Per la formazione di un rilevato occorre che le terre utilizzate siano:

- prive di materiale estraneo ed organico;
- appartenenti ai gruppi A1 e A2 o altrimenti ai gruppi A4 – A5 e A3.

Le terre da impiegare nella formazione dei rilevati devono essere preventivamente sottoposte a prove di laboratorio per la loro classificazione secondo le sopracitate norme CNR UNI, determinandone inoltre, la densità secca (Proctor modificata), l'umidità ottima, il CBR saturo ed il tenore di sostanze organiche.

L'impresa nel reimpiego dei materiali provenienti dallo scavo o dall'uso di materiali provenienti da altri siti deve attenersi al Piano di utilizzo delle terre redatto ai sensi del D.M. 161/2012; in caso di violazione degli obblighi assunti nel Piano viene meno la qualifica di sottoprodotto del materiale da scavo con conseguente obbligo di gestire il predetto materiale come rifiuto.

Il grado di addensamento da conferire al rilevato dipende dalla profondità dello strato rispetto al piano di posa della sovrastruttura (cassonetto):

- per gli strati più profondi la densità in sito deve risultare non inferiore al 80% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificato (CNR 69/78);
- per gli strati più vicini alla pavimentazione la densità in sito deve risultare non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificato (CNR 69/78).

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte della superficie d'impiego, per esservi successivamente riportato tramite mezzi di stesa. La granulometria dei materiali costituenti i diversi strati del rilevato deve essere la più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di materiali a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato. In ogni caso, il materiale non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 140 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati all'impianto di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto. Nella formazione dei rilevati devono essere riservati agli strati superiori le migliori terre disponibili, sia che provengano da scavi della sede che da cave di prestito. Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Durante la loro costruzione, devono essere conferite ai rilevati quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima degli aggregati impiegati. Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore, comunque non superiore a 30 cm, e costipato mediante rullatura. La superficie degli strati, a compattazione avvenuta, deve avere una pendenza trasversale non inferiore al 2%, ma mai superiore al 4%, e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche e deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre, anche se appartenenti ad uno dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 della classificazione di cui alle Norme UNI EN 13242:2008, UNI EN ISO 14688-1:2013 e UNI EN 13285:2010 (EX UNI 10006).

Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Durante la costruzione del corpo dei rilevati occorre provvedere tempestivamente alla riparazione di danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di qualsiasi entità, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori per più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.

Nella formazione del rilevato si deve procedere in modo che, a lavoro ultimato, la profilatura e sagomatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate e le livellette altimetriche risultino conformi ai disegni ed alle quote stabilite dal progetto. Le scarpate devono essere protette mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di spessore minimo 20 cm; questo deve essere sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si devono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso. La seminagione deve essere eseguita tempestivamente, mediante idrosemina, consistente nell'aspersione di una miscela formata da acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate e idonee al sito, concime organico, collanti e sostanze miglioratrici del terreno. La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

CODICE	CAPITOLO A07 - Trasporti e movimentazioni	(TIP.04)

A07 **TRASPORTI E MOVIMENTAZIONI:** Carico, trasporto e scarico con qualunque mezzo meccanico dei materiali terrosi giacenti in cantiere, da rilevato e rinterro o di risulta, anche se bagnati, nell'ambito del cantiere (movimentazione) e trasporto dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento, esclusi i costi di accesso per il loro conferimento, gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Trasporti e Movimentazioni: Si computa il volume di materiale movimentato m³

DEFINIZIONE

Carico, trasporto e scarico di materiale nell'ambito del cantiere e fuori da esso (rifiuti).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L.R. 10-7-2006 n. 30 "Funzioni amministrative di competenza comunale in materia di bonifica di siti contaminati"

Legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 "Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati"

D.P.G.R. 25 febbraio 2004 n. 14/R , Regolamento regionale di attuazione ai sensi della lettera e), comma 1, dell'articolo 5 della legge regionale 18 maggio 1998, n. 25 (Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati), contenente norme tecniche e procedurali per l'esercizio delle funzioni amministrative e di controllo attribuite agli enti locali nelle materie della gestione dei rifiuti e delle bonifiche. Modificato dal D.P.G.R. 25/11/2009 n. 72/R e dal D.P.G.R. 08/04/2013, n. 15/R.

Delib.G.R. 29-12-2004 n. 41-14475 Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti speciali da attività produttive, commerciali e di servizi. Modifiche e adeguamento alla vigente normativa della Sezione 2 del Piano di Gestione dei rifiuti approvato con Delib.C.R. 30 luglio 1997, n. 436-11546.

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La movimentazione del materiale nell'ambito di cantiere deve avvenire a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici e precisamente:

- **a mano o con l'ausilio di piccoli attrezzature da lavoro** (pala, carriola, carderella, secchi etc.): Qualora ci si trovi in presenza di un'area di stoccaggio o di deposito di materiali in genere e si debba provvedere alla loro movimentazione ed allontanamento (a mano o per paleggiamento), si deve procedere dall'alto verso il basso, attuando le opportune cautele al fine di evitare cadute incontrollate di materiale, caricandolo sugli idonei mezzi di trasporto, quali per esempio, secchi, carrette, moto-carrette, benne di mezzi d'opera o altro.

Se l'operazione viene effettuata con la pala, il materiale da sollevare deve essere di idonea dimensione e peso alla dimensione della pala stessa.

Per il superamento dei dislivelli, si devono utilizzare degli elevatori (piattaforme, carrelli elevatori, montacarichi, gru a torre etc.) e qualora si movimentino carichi con la carriola si devono realizzare idonee passerelle o anditoie con pannelli di legno o similari.

- **con mezzi meccanici:** questi lavorazioni devono essere effettuate da personale qualificato e formato, che utilizzi attrezzature e mezzi d'opera certificati e collaudati.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006, D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo e dell'art. 41 bis del decreto legge n. 69 convertito nella legge n. 98 del 2013.

Il trasporto del materiale scavato deve essere accompagnato dalla documentazione dovuta ai sensi dell'allegato 6 del D.M. 161/2012.

CODICE	CAPITOLO B03 - Acciaio	(TIP.04)

B03 **ACCIAIO:** per cemento armato ordinario e per carpenteria metallica per strutture nell'ambito di nuove costruzioni stradali, tipo conforme alle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018, compreso tagli, sagomature, legature con filo di ferro, sfridi e saldature, cali e sollevamenti, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Acciaio: Il peso verrà così determinato:

Acciaio di armatura del calcestruzzo: è computato misurando lo sviluppo lineare effettivo (segnando le sagomature e le uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario, desunto dalle tabelle ufficiali, corrispondente ai diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni e le legature, gli eventuali distanziatori, le sovrapposizioni per le giunte e eventuali saldature. Kg

Acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli: è computato moltiplicando lo sviluppo teorico dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e per il peso di questi determinato sull'unità di misura. Kg

Acciaio in barre per strutture in cemento armato precompresso e acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a fili aderenti: è computato moltiplicando lo sviluppo delle barre o dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso delle barre o dei fili, determinato sulla unità di misura. Kg

Acciaio da carpenteria: è pesato prima della posa in opera, con pesatura diretta, a lavori di taglio e/o saldatura completamente ultimati (esclusa l'eventuale verniciatura e coloritura) Kg

DEFINIZIONE

Lega composta principalmente da ferro e carbonio, impiegato come materiale da costruzione per opere in cemento armato e costruzioni metalliche.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DM Ministero Infrastrutture e Trasporti 15 novembre 2011 ``Modifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni in materia di utilizzo degli acciai B450A`

NORME DI ACCETTAZIONE DEL MATERIALE

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere conformi al D.M. 17/01/2018; devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento (FPC) che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Come acciaio per cemento armato è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati a norma UNI EN ISO 9001:2000, identificati con le sigle B450C e B450A prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire sia in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori che in centri di trasformazione provvisti dei requisiti di cui D.M. 17/01/2018 .

Tutte le forniture devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e essere riconoscibili per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibili allo stabilimento di produzione, tramite marchiatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata dalla documentazione prevista dal D.M. 17/01/2018.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

L'acciaio per carpenteria metallica deve essere conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati).

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale con le modalità indicate nel D.M. 17/01/2018, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, del peso massimo di 30 t e costituito da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella posa in opera delle armature per C.A. si dovranno adottare le seguenti precauzioni:

- le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione e la loro continuità può essere eseguita con:

- saldature in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura preventivamente validate tramite prove sperimentali;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra ed in ogni caso di lunghezza non minore di 20 volte il diametro della barra; la distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- l'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione; il copriferro deve anche essere rapportato alla massima dimensione dell'inerte utilizzato.

L'acciaio per carpenteria metallica deve essere conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati).

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si deve porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento devono essere opportunamente protette.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto è effettuato in conformità a quanto previsto nella relazione di calcolo ed in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

La stabilità delle strutture deve essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

I collegamenti con bulloni e saldature devono rispettare le prescrizioni del D.M. 17/01/2018.

CODICE	CAPITOLO B12 - Corpi stradali	(TIP.04)

B12 **CORPI STRADALI:** Realizzazione del corpo stradale, inteso come il solido costruito, ovvero scavato, altimetricamente compreso tra le scarpate, il piano di campagna e la piattaforma stradale ed i margini esterni. Fondazione stradale. Massicciata stradale. Stabilizzazione delle terre.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Si computa il volume del materiale posto in opera compattato m³

Preparazione con trattamento a calce del piano di posa dei rilevati di terreni, Si computa la superficie del materiale posto in opera compattato m²

DEFINIZIONE

Corpo stradale: è l'insieme di tutti gli elementi atti alla trasmissione dei carichi al terreno sottostante, che garantisca, in condizioni di sicurezza, la fruibilità della strada da parte dei veicoli e pedoni.

Fondazione stradale: è la parte della sovrastruttura che ha la funzione principale di distribuire i carichi sul sottofondo.

Massicciata stradale: strato compresso di ghiaia o di pietrisco che costituisce il fondo di una strada.

Stabilizzazione delle terre: Preparazione del piano di posa dei rilevati con trattamento a calce, formazione rilevato stradale con trattamento a calce o a calce e cemento in sito dei terreni.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI 13242:2008 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

UNI EN ISO 14688-1:2013 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione

UNI EN 13285:2010 Miscele non legate - Specifiche

Grado di costipamento: B.U.- C.N.R. n.69 del 30/11/1978 Norme sui materiali stradali

Massa volumica in sito: B.U.- C.N.R. n.22 del 03/02/1972 Peso specifico apparente di una terra in sito

Prova di carico su piastra: B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI del 14/12/199 Determinazione dei moduli di deformazione M_d e M'_d mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare

Impiego della calce: B.U.- C.N.R. n.36 A VII del 21/02/1973 Stabilizzazione delle terre con calce

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La fondazione stradale deve essere eseguita con materiale inerte, di adatta granulometria, giudicato, per uno spessore compreso come indicato nelle sezioni tipo di progetto, steso su piano di posa preventivamente livellato e ripulito da materiale estraneo, posto in opera anche in più strati di spessore finito minimo cm 10 e massimo cm 20, compresa la livellazione e la cilindratura con rullo compressore di 14÷16 t o corrispondente rullo vibrante, fino al raggiungimento della densità prevista nelle Norme Tecniche. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione delle densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

Tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito.

Per un buon misto granulare di fondazione occorre utilizzare materiale arido di cava stabilizzato con curva granulometrica secondo le UNI 13242:2008, UNI EN ISO 14688-1:2013 e UNI EN 13285:2010 (EX UNI 10006). La rullatura e compattazione devono consentire di raggiungere una densità non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

La massicciata è realizzata posando su piano di posa preventivamente livellato uno strato di stabilizzato di cava pezzatura 0/50 o di pietrisco calcareo di cava pezzatura 4/7 cm, dello spessore di 10-15 cm, e rullandolo con rullo compattatore vibrante.

Per le strade bianche lo strato finale deve essere tale da assicurare la realizzazione di una superficie di transito resistente allo slittamento degli autoveicoli.

Preparazione con trattamento a calce del piano di posa (stabilizzazione delle terre) dei rilevati di terreni, si procede consolidando uno strato non inferiore a 30 cm di materiali prevalentemente argillosi, sia presenti in sito sia di riporto al fine di ottenere piani di posa con elevate e stabili capacità portanti.

Per la stabilizzazione delle terre si procede consolidando a strati non superiore a 30 cm di materiali prevalentemente argillosi, sia presenti in sito sia di riporto, e/o rilevati con elevate e stabili capacità portanti.

CODICE	CAPITOLO E02 - Pavimentazioni stradali	(TIP.04)

E02 **PAVIMENTAZIONI STRADALI:** fornitura e posa in opera di bitumi per pavimentazioni stradali (strato di base, strato di collegamento-binder, tappeto di usura) con conglomerati tradizionali e stesi con l'ausilio di vibrofinitrice. Il prezzo è comprensivo di mano d'attacco e rullatura, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pavimentazioni stradali: si computa la superficie posta in opera per un prefissato spessore per i vari strati della pavimentazione m²

DEFINIZIONE

Lo **strato di base**, posto sopra lo strato di fondazione, rappresenta il supporto per il binder e allo strato superficiale di usura: per questo motivo viene realizzato con materiale granulare scelto, spesso stabilizzato con leganti, quali il cemento (misti cementati) o il bitume (misti bitumati) per migliorarne la compattezza e le caratteristiche meccaniche.

Il **binder** è uno strato di collegamento posto tra lo strato di base e lo strato di usura nelle sovrastrutture in cui la pavimentazione è realizzata in conglomerato bituminoso. Ha la duplice funzione di migliorare il collegamento fra base e usura e di aumentare la resistenza alle azioni tangenziali; viene confezionato con conglomerati bituminosi forniti da impianti e steso a strati di spessore compreso fra i 4 e i 10 cm.

Lo **strato di usura** è lo strato direttamente a contatto con le ruote dei veicoli e, pertanto, quello maggiormente sottoposto al peso, alle intemperie e alle varie sollecitazioni provenienti dal traffico. .

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

B.U.- C.N.R. n.178 del 15/09/1995 Catalogo delle Pavimentazioni stradali.

UNI EN 13108-1:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo

UNI EN 12697:2014 Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I conglomerati bituminosi da utilizzare per le pavimentazioni stradali devono rispondere alla norma UNI EN 13108, devono recare la marcatura CE secondo il Regolamento UE n.305/2011 del 9 marzo 2011, “che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”, ed i produttori devono essere dotati di CPF, Controllo di Produzione in Fabbrica.

Gli impasti devono essere eseguiti a mezzo di impianti di adeguata potenzialità, e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la depurazione della polvere ed il riscaldamento a temperature comprese tra 120°C. e 160°C. degli aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di dosare almeno tre categorie tra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al rimescolatore; il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo per attivare l'adesione bitume-aggregato.

La miscela bituminosa viene stesa sul piano finito della fondazione dopo essere stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nel capitolato.

Il piano di posa deve risultare perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali che devono essere perfettamente saldati tra loro.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La temperatura del conglomerato alla stesa non deve mai scendere al di sotto di 150°.

La temperatura esterna non deve mai essere inferiore a 5°C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere rimossi e successivamente ricostruiti.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità; è realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Le pavimentazioni stradali sono in genere costituite da uno strato di base su cui si poggia un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, formato da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Le pavimentazioni stradali sono realizzate solamente quando il terreno di imposta è completamente assestato e la superficie esterna non presenta più cedimenti.

CODICE	CAPITOLO E06 - Finiture stradali	(TIP.04)

E06 **FINITURE STRADALI:** fornitura e posa in opera di elementi in pietra e/o in calcestruzzo prefabbricato (zanelle cls, cordonati cls, masselli autobloccanti cls, plinto cls), murati con malta cementizia a 350 kg di cemento R32.5, compresa la stuccatura dei giunti, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Zanelle e cordonato: si computa la lunghezza posta in opera posto in opera	m
Masselli autobloccanti e/o lastroni e lastrichino: si computa vuoto per pieno in presenza di chiusini, ostacoli, manufatti.	m²
Lavorazioni superficiali: si computa misurando la superficie effettivamente lavorata.	m²
Plinto: si computa ogni elemento posato in opera.	cad

DEFINIZIONE

Zanella: elemento in cls prefabbricato o pietra atto a convogliare le acque meteoriche e di lavaggio.

Cordonato: elementi in cls prefabbricato o pietra atto a delimitare strade, marciapiedi e/o aiuole .

Masselli autobloccanti: elementi in cls prefabbricato usati come strato di rivestimento per pavimentazioni stradali o pedonali e/o aiuole

Lavorazioni superficiali: lavorazione superficiale fatta a mano o con ausilio di attrezzatura.

Plinto: elemento in cav prefabbricato per la posa di pali per illuminazione pubblica.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La posa degli elementi prefabbricati deve avvenire su un letto di calcestruzzo di almeno 10/15 cm e gli elementi devono essere opportunamente rinfiacati in calcestruzzo ed i giunti sigillati con malta fine di cemento.

La posa dei masselli autobloccanti deve avvenire su un letto di sabbia di almeno 3/6 cm compattati con piastra vibrante, e la sigillatura dei giunti con sabbia fine e asciutta.

La lavorazione superficiale del cordonato, della lista o lastrichino e dei lastroni in pietra, di qualsiasi dimensione e spessore, deve essere eseguita con l'ausilio di scalpello manuale o di attrezzatura per la realizzazione di nastro perimetrale o di punzecchiatura fitta e profonda.

Il calo e posizionamento del plinto in cav deve avvenire, con mezzo meccanico e su un letto di calcestruzzo e con rinfiacchi in cls c16/20 di spessore minimo di cm. 10.

CODICE	CAPITOLO E07 - Segnaletica stradale	(TIP.04)

E07 **SEGNALETICA STRADALE:** Realizzazione di segnaletica orizzontale e verticale di qualunque tipo, eseguita con materiale conforme alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Segnaletica orizzontale strisce continue o discontinue: si computa secondo l'effettivo sviluppo della lunghezza posta in opera. m

Segnaletica orizzontale frecce, zebraure, ecc: si computa l'effettiva superficie posta in opera. m²

Segnaletica orizzontale scritte, ecc: si computa secondo l'area del rettangolo che circonda ogni singola lettera posta in opera. m²

Segnaletica verticale: si computa ciascun segnale posto in opera. cad

DEFINIZIONE

La **segnaletica stradale** è un dispositivo atto ad indicare una prescrizione, un avvertimento o una indicazione a tutti i veicoli circolanti e ad ogni altro utente della strada.

La **segnaletica orizzontale** è composta dalle strisce segnaletiche tracciate sulla strada e dagli inserti catarifrangenti utili, sia di giorno che di notte, per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni (o utili indicazioni) su particolari comportamenti da seguire (frecce, simboli, linee trasversali e longitudinali, ecc.).

La **segnaletica verticale** è composta dai segnali stradali posti su appositi sostegni, cippi, delineatori di margine utili, sia di giorno che di notte, posta in adiacenza alla sede stradale per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni (o utili indicazioni) su particolari comportamenti da seguire (frecce, simboli, linee trasversali e longitudinali, ecc.).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 nr. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 nr. 610.

D.Lgs. 30-4-1992 n. 285 (Codice della Strada)

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 (Regolamento Codice della Strada).

Il 1° gennaio 2013 è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007 che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti, sostegni inclusi, prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea. Anche per l'Italia vengono così superate le vecchie normative in essere, con il recepimento in lingua italiana, nel corpus normativo nazionale, della UNI EN 12899-1:2008. Se il sostegno non è conforme ad alcuna classe di prestazione deve essere dichiarato di classe 0 secondo la UNI EN 12767:2008. La segnaletica verticale deve rispondere ai requisiti anche della Norma UNI 11480:2013

"Istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera di segnaletica stradale" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 24/10/2000, del 27/04/2006 e del 5/08/2013.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 nr. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 nr. 610. I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione.

Segnaletica verticale

La posa dei sostegni sulle banchine deve essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m³ di cemento, blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60 cm.

L'altezza di posa dei segnali deve essere compresa tra 0,60 ÷ 2,20 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale e la distanza tra il bordo del cartello e il bordo bitumato della strada deve essere non inferiori a ml 0,50.

Segnaletica orizzontale

La vernice deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole. Le strisce e le scritte devono risultare omogenee e di uniforme luminosità notturna in ogni loro parte. La posa della segnaletica orizzontale deve essere eseguita in modo da risultare alla giusta distanza e posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico secondo i tracciati, le figure e le scritte stabilite nelle planimetrie approvate. Essa deve essere lineare, senza sbandamenti o svirgolate rispettando la tolleranza max di +/- 1 cm.

CODICE	CAPITOLO E08 - Barriere stradali, recinzioni e antirumore	(TIP.04)

E08	BARRIERE STRADALI, RECINZIONI E ANTIRUMORE: barriere conformi al D.M. 18/02/92 n.223 e successive modifiche (D.M. 03/06/98, D.M. 11/06/99 e D.M. 21/06/2004), munite di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2012 e successivi aggiornamenti, secondo quanto prescritto dal D.M. 28/06/2011, compreso infissioni in terreni sciolti e/o su bordo ponte e/o su spartitraffico, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Esclusa la fornitura e il montaggio delle componenti accessorie non influenti ai fini della classe di prestazione, dispositivi rifrangenti e i tratti terminali, escluso altresì la formazione eventuale di cordolo in cls.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Barriere stradali: si computa la lunghezza posta in opera. m

DEFINIZIONE

Le **Barriere stradali** o dispositivi di ritenuta stradale (guardrail) sono i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili. Le **barriere in calcestruzzo prefabbricato C 28/35 tipo "new jersey"** sono conformi al **DM 18/02/1992 n°223**.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

Barriere stradali conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 03/06/98, D.M. 11/06/99 e D.M. 21/06/2004), munite di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2007+A1:2008 e successivi aggiornamenti, secondo quanto prescritto dal D.M. 28/06/2011.

DM 05/11/2001 n.6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

DM 28 giugno 2011 Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale (GU n.233 del 06 ottobre 2011)

Circ. Min. I.T. n.62032 del 21/07/2010 Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione, e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali

D.Lgs. 30-4-1992 n. 285 (Codice della Strada)

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 (Regolamento Codice della Strada).

UNI EN 1317-1:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova

UNI EN 1317-2:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza

UNI EN 1317-3:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto

UNI EN 1317-4:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 4: Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza

UNI EN 1317-5:2012 Sistemi di ritenuta stradale - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Prima della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere fornita alla D.L. la documentazione di cui all'art. 4 c.2 D.M. 28/06/2011, ed in particolare:

1. Dichiarazione CE di conformità
2. Certificato CE di conformità
3. manuale per l'utilizzo e l'installazione
4. materiali
5. copia conforme del rapporto di prova al vero ai sensi delle norme UNI EN 1317 (art. 2 c.4 D.M. 28/06/2011).

Sulla base della documentazione saranno sottoposti ad accettazione della D.L. che effettuerà le verifiche in merito alle classi di prestazione (livelli di contenimento, severità d'urto, deformazione della barriera, etc...) previste da progetto, ai sensi delle norme UNI EN 1317 ed in particolare alla UNI EN 1317-2:2010. L'impresa non potrà provvedere alla posa in opera in assenza di accettazione.

Le operazioni per una regolare posa in opera di Barriera metallica (Guardrail) devono far riferimento ai contenuti specifici del "manuale per l'utilizzo e l'installazione" di cui all'art. 4 c.2 let. f) del D.M. 28/06/2011 contenuto nella documentazione di supporto alla fornitura di ogni dispositivo di sicurezza, il quale cambia in funzione delle caratteristiche specifiche degli articoli elementari costituenti la barriera stessa.

A carattere generale l'installazione delle barriere di sicurezza si differenzia fra le barriere da rilevato rispetto a quelle da bordo ponte.

Su rilevato:

1. Fissare nel terreno, alle estremità del tratto interessato, due tondini che, una volta collegati con un cordino, servono per l'allineamento e la quota dei nastri;
2. Distribuire i nastri sul terreno lungo il percorso tenendo presente il senso di marcia. All'uopo si precisa che il sormonto dei nastri e le ali dei pali debbono essere rivolti nello stesso senso di marcia;

3. In base all'interasse specifico della barriera da installare, in corrispondenza della foratura dei nastri, vengono disposti, in modo perpendicolare agli stessi, i pali;

4. Con attrezzatura adeguata, il palo precedentemente collocato nella giusta posizione viene posto verticalmente e quindi conficcato nel terreno con la massa battente dell'attrezzatura impiegata. Durante tale operazione occorre controllare: l'allineamento e la quota determinati dalla fune, la distanza di interasse prevista e la verticalità determinata da un controllo con la guida del battipalo; avvitare sul palo l'elemento denominato distanziatore in modo non definitivo; raccogliere i nastri precedentemente messi a terra ed avviarli al distanziatore e fra loro senza serrare completamente i bulloni; posare i catadiottri nelle posizioni richieste in base al tipo di barriera; bloccaggio definitivo a mezzo di avvitatori pneumatici di tutta la bulloneria, previo controllo del livello e dell'allineamento dei nastri.

Su manufatto:

Le operazioni per una regolare posa in opera di una Barriera su manufatto sono le stesse della Barriera su rilevato salvo per il punto 4 che deve essere sostituito con:

1. Eseguire i fori previsti dal rapporto di prova del dispositivo di sicurezza mediante l'utilizzo di trapano, fioretto o di opportuna carotatrice,
2. iniettare all'interno degli stessi le resine di fissaggio ed fissare quindi i tirafondi.

Il tecnico, mediante gli strumenti di misura in dotazione, controlla, durante e/o conclusione del lavoro i seguenti parametri:

- Interasse pali e altezza del bordo superiore del nastro, secondo quanto prescritto dalla normativa vigente, o disegni generici o specifici della struttura.
- Lunghezza dell'installazione e allineamento della stessa in funzione dell'andamento plano-altimetrico della strada.
- Serraggio dei bulloni di accoppiamento e dei tirafondi in funzione della qualità del materiale e del diametro del bullone.
- L'infissione nel terreno o l'inghisaggio nelle strutture deve risultare perpendicolare e di misura conforme a quanto prescritto nei disegni specifici della struttura.
- Spessore degli elementi costituenti la barriera in conformità all'ordine di produzione.
- Aspetto generale della zincatura: macchie, rugosità, incrostazioni, brillantezza od opacità.

Alla fine della posa in opera dei dispositivi deve essere effettuata una verifica da parte dell'impresa in contraddittorio con la DL anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. IL certificato di corretta posa in opera redatto ai sensi dell'art. 5 D.M. 21/06/2004, conseguente da tale verifica, deve essere sottoscritto da entrambe le parti.

A norma dell'art. 5 D.M. 21/06/2004 al termine, l'impresa dovrà fornire apposito contrassegno di identificazione da apporre sulla barriera (almeno uno o gni 100m di installazione) con le informazioni previste dalla norma EN 1317-5.

CODICE	CAPITOLO E09 - Sistemazioni superficiali del terreno	(TIP.04)

E09 **SISTEMAZIONI SUPERFICIALI DEL TERRENO:** per rinverdimento di aiuole o scarpate.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Sistemazione Superficiali del Terreno: Si computa la superficie lavorata. m²

DEFINIZIONE

Lavorazione finalizzata a rendere a verde il terreno adiacente e contiguo il nuovo tracciato stradale.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'esecuzione deve prevedere la preparazione del terreno mediante l'allontanamento del materiale più grossolano, lo spargimento della miscela di sementa, che deve essere leggermente ricoperta dal terreno, lo spargimento di sostanze concimanti ed ammendanti in quantità tale da garantire il nutrimento dei semi nella prima fase di crescita, le successive bagnature.

Nel caso di profilature di scarpate inclinate deve essere applicato uno strato di geotessile con adeguate sovrapposizioni e debitamente picchettato al terreno per evitarne lo scoperchiamento.

Lo strato di terreno vegetale sulle scarpate deve essere di circa 30 cm di spessore, sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

CODICE	CAPITOLO F06 - Fognature stradali	(TIP.04)

F06 **FOGNATURE STRADALI:** fornitura e posa in opera di fognature stradali e pozzetti d'ispezione, in cls precompresso e/o in PVC rigido e/o in polietilene e/o in ghisa, previa preparazione del piano di posa, conformemente ai profili di progetto, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Tutte le tubazioni dovranno soddisfare i requisiti richiesti dal decreto 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Tubazioni: si computa il loro sviluppo lineare m

Pozzetti, griglie e chiusini: si computa il numero di elementi posti in opera cad

DEFINIZIONE

Lavorazione finalizzata alla raccolta delle acque reflue e piovane e al convogliamento all'impianto di trattamento e al recapito finale.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

Decreto Min. Lav. Pubblici del 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

L. R. T. 31 maggio 2006, n. 20 -Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Prima della posa in opera, i tubi, i giunti ed i pezzi speciali devono essere accuratamente controllati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o le funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento si deve procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, occorre impiegare mezzi adatti a seconda del tipo e della dimensione, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa si deve evitare che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

La posa in opera dei tubi è effettuata sul fondo dello scavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o

impiegare il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, si deve accertare la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

In nessun caso si deve regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa deve garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle è assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, devono essere inserite, ai fini della protezioni catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti. Per i tubi costituiti da materiali plastici si deve prestare particolare cura ed attenzione quando le manovre di carico, trasporto, scarico, accatastamento dei tubi, deposito dei giunti delle guarnizione e degli accessori e sfilamento dei tubi dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C, per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero devono essere definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel primo capoverso.

CODICE	CAPITOLO F07 - Drenaggi	(TIP.04)

F07 **DRENAGGI:** Formazione di drenaggi, quali riempimenti a tergo di strutture, realizzazione di canali drenanti ed esecuzione di filtri drenanti al piede di rilevati con tubazioni, nonché per la raccolta e l'allontanamento delle acque drenate.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Canalette e tubazioni: si computa la lunghezza posta in opera m

Drenaggio di acque meteoriche eseguito con geocomposito: si computa la superficie posta in opera. m²

DEFINIZIONE

Sistema di captazione, convogliamento e deflusso delle acque superficiali.

Le opere di drenaggio sono necessarie per l'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma stradale. La scelta del tipo di drenaggio più idoneo dipende dalla intensità e frequenza delle precipitazioni atmosferiche e dalla possibilità di formazione di ghiaccio. Le opere di drenaggio sono inoltre necessarie per captazione delle acque a tergo delle strutture. La scelta del tipo di drenaggio più idoneo dipende anche dal tipo di terreno da contenere e dalla presenza di falda idrica.

I sistemi di drenaggio si distinguono in due tipi principali:

- drenaggio lineare: si realizza mediante installazione di tubi interrati con una pendenza determinata ed un diametro idoneo alla portata da smaltire;
- drenaggio superficiale: si realizza con un sistema di canalizzazioni parallele appoggiate sulla superficie da drenare che convogliano l'acqua in un collettore finale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la posa in opera va realizzato uno strato filtrante con materiale inerte di granulometria grossolana.

La posa della canaletta deve avvenire partendo dal punto di uscita del flusso, che deve essere opportunamente bloccato in modo da evitare lo spostamento e/o il disallineamento in fase di esecuzione del rinfilanco.

Le canalette in cls da porre in opera direttamente poggiate sul terreno devono essere posizionate partendo sempre dal punto di uscita dell'acqua, che anche in questo caso deve essere opportunamente bloccato in modo da evitare successivi spostamenti delle canalette sovrastanti.

Quando si devono effettuare drenaggi su suoli argillosi si possono utilizzare strati di geotessile da porre in opera semplicemente appoggiati sul terreno al di sopra dell'elemento di accumulo idrico.

CODICE**CAPITOLO F08 - Condotte e cavidotti stradali****(TIP.04)**

F08 **CONDOTTE E CAVIDOTTI STRADALI:** fornitura e posa in opera di tubazioni in P.V.C. e polietilene per condotte e cavidotti, compresi i letti di posa, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi gli scavi, i rinterri e il collegamento e giunzione a tubazioni preesistenti da valutarsi a parte.

NORME DI MISURAZIONE**U.M.**

Condotte e cavidotti: si computa la lunghezza posta in opera.

m

DEFINIZIONE

Lavorazione per realizzazione di tubazione atta a contenere il passaggio dei servizi elettrico, idrico, fognario...

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

LEGGE n° 166 del 01/08/2002 (Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti).

Ai sensi della legge n° 166 del 01/08/2002, art. 40 comma 1, nel caso in cui siano previsti lavori di trincea o comunque di scavo del sottosuolo, devono essere realizzati cavedi multiservizi o, comunque, cavidotti di adeguata dimensione, conformi alle norme tecniche UNI e CEI pertinenti, per il passaggio di cavi di telecomunicazioni e di altre infrastrutture digitali, nel rispetto della vigente normativa in materia di sicurezza e di tutela dell'ambiente e della salute pubblica. Detti cavidotti devono essere previsti lungo il tracciato principale e sulle intersezioni fino a collegare tutte le viabilità pubbliche sia nuove che esistenti confinanti con la nuova opera stradale.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Le condotte e cavidotti stradali sono disposte in opera previa regolarizzazione del fondo di scavo, reso non accidentato e resistente, su letto di sabbia dello spessore non inferiore a 10 cm.

I tubi devono essere calati negli scavi con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. Salvo quanto riguarda la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato, in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da realizzare esattamente l'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito.

Per la rete interrata si utilizzano i tubi previsti come da progetto.

La tubazione da interrare deve essere posata con andamento regolare ponendo particolare attenzione allo smaltimento degli accumuli di acqua.

CODICE	CAPITOLO G01 - Sezioni stradali finite	(TIP.04)

G01 **SEZIONI STRADALI FINITE:** Stima economica per metro lineare di sezione stradale finita per le tipologie stradali più ricorrenti per carreggiata a due corsie. La stima è effettuata sulle sezioni tipo (rilevato, trincea, trincea con muro di controripa, rilevato con muro di sottoscarpa, rilevato in terra rinforzata) per le tipologie stradali C1, C2, E1, F1e, F1u, F2e secondo il DM 5/11/2001 e per varie quote di progetto. I costi sono relativi alla sezione stradale completa di tutte le opere accessorie (smaltimento delle acque meteoriche, pacchetto completo della pavimentazione, marciapiedi, ecc..) prendendo come riferimento condizioni standard, per metro lineare di lunghezza di tronco stradale realizzato (solo nell'ambito di progettazione preliminare) .

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Si computa la lunghezza posta in opera. m

DEFINIZIONE

Sezioni stradali tipo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I computi di tutte le sezioni (5 livelli di altezza per 6 sezioni tipo, per ogni tipologia realizzativa analizzata) sono stati ottenuti facendo riferimento ai costi, ed alle relative analisi, delle lavorazioni necessarie alla realizzazione della sezione completa; pertanto anche i costi della manodopera sono già computati all'interno delle singole analisi che compongono l'analisi della sezione tipo.

Il presente capitolo va utilizzato esclusivamente per la stima dei costi dell'intervento relativi a studi di fattibilità e progetti preliminari, nell'ambito dei quali è individuata la planimetria ed il profilo altimetrico del tracciato, nonché le fondamentali opere d'arte necessarie, dove non è necessario procedere ai relativi computi di dettaglio.

Si riporta il dettaglio delle sezioni tipo analizzate (D.M. 5/11/2001):

SEZIONE TIPO C1: Strada extraurbana – Larghezza complessiva 10,50 m = 1,50 banchina + 3,75 corsia + 3,75 corsia + 1,50 banchina;

SEZIONE TIPO C2: Strada extraurbana; – Larghezza complessiva 9,50 m = 1,25 banchina + 3,50 corsia + 3,50 corsia + 1,25 banchina;

SEZIONE TIPO E1: Strada urbana; – Larghezza complessiva 10,00 m = 1,50 marciapiede + 0,50 banchina + 3,00 corsia + 3,00 corsia + 0,50 banchina + 1,50 marciapiede;

SEZIONE TIPO F1e: Strada extraurbana; – Larghezza complessiva 9,00 m = 1,00 banchina + 3,50 corsia + 3,50 corsia + 1,00 banchina;

SEZIONE TIPO F1u: Strada urbana; – Larghezza complessiva 9,50 m = 1,50 marciapiede + 0,50 banchina + 2,75 corsia + 2,75 corsia + 0,50 banchina + 1,50 marciapiede;

SEZIONE TIPO F2e: Strada extraurbana; – Larghezza complessiva 8,50 m = 1,00 banchina + 3,25 corsia + 3,25 corsia + 1,00 banchina;

Per ciascuna delle suddette sezioni tipo, sono state considerate le seguenti tipologie realizzative:

SEZIONE IN RILEVATO con altezza variabile tra 1,00 m e 5,00 m

SEZIONE IN TRINCEA con profondità variabile tra 1,00 m e 5,00 m

SEZIONE IN RILEVATO CON MURO PREFABBRICATO DI SOTTOSCARPA con altezza variabile tra 3,00 m e 6,00 m

SEZIONE IN TRINCEA CON MURO PREFABBRICATO DI CONTRORIPA con altezza variabile tra 3,00 m e 6,00 m

SEZIONE IN RILEVATO CON TERRE ARMATE con altezza variabile tra 5,00 m e 9,00 m

PARAGRAFO 5 - TIPOLOGIA 05 - MANUTENZIONI DI OPERE STRADALI

I prezzi sono relativi alle opere di manutenzione ordinaria e straordinaria e si riferiscono a lavori caratterizzati da situazioni di ordinaria accessibilità

Capitolo A03 – Demolizioni

Capitolo A09 – Rinterri stradali

Capitolo E02 – Pavimentazioni stradali

Capitolo E07 – Segnaletica stradale

Capitolo E08 - Barriere stradali, recinzioni e antirumore

CODICE	CAPITOLO A03 - Demolizioni	(TIP.05)

A03 **DEMOLIZIONI:** interventi di demolizione parziale o integrale di pavimentazione stradale, di liste, cordoni o zanelle in pietra o cemento, del corpo e di sottofondo stradale, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono compresi l'accatastamento nell'ambito del cantiere, mentre è escluso il carico, trasporto e scarico dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento salvo se diversamente specificato. I costi di accesso per il loro conferimento e gli eventuali tributi sono esclusi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Scarificazione stradale: si computa la superficie lavorata. m²

Fresatura: si computa la superficie lavorata rispetto ai cm di spessore lavorati. m²*cm

Tranciatura e tagli di pavimentazioni stradali: si computa lo sviluppo lineare della lavorazione eseguita. m

Demolizioni di corpo o sottofondo stradale: si computa il volume demolito. m³

Demolizioni di lista o cordonato: si computa lo sviluppo lineare degli elementi demoliti. m

Demolizioni di zanelle: si computa la superficie degli elementi demoliti. m²

Rimozione di pavimentazioni: si computa la superficie rimossa. m²

Regolarizzazione del bordo della buca: si computa il perimetro. ml

Demolizioni di murature di qualsiasi genere: si computa il volume demolito. m³

Cernita di lastricato in pietra integre: si computa la superficie lavorata. m²

DEFINIZIONE

Scarificazione stradale: operazione di rottura superficiale della pavimentazione stradale, preparatoria ad altre operazioni.

Fresatura: operazione di scalfitura uniforme superficiale della pavimentazione stradale, preparatoria ad altre operazioni.

Tranciatura di pavimentazioni stradali: operazione di taglio superficiale della pavimentazione stradale, preparatoria ad altre operazioni.

Taglio di pavimentazioni stradali: esecuzione di traccia della pavimentazione stradale, preparatoria ad altre operazioni.

Demolizioni e rimozioni varie: smantellamento graduale di elementi che costituiscono la strada, effettuato con mezzi meccanici.

Regolarizzazione del bordo della buca: operazione di taglio superficiale del bordo della pavimentazione.

Cernita di lastricato in pietra integre: operazione atta al riutilizzo delle stesse.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

D.Lgs. 30-4-1992 n. 285 (Codice della Strada)

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 (Regolamento Codice della Strada).

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La demolizione della pavimentazione stradale deve essere eseguita con opportune cautele e deve essere preceduta dal taglio del conglomerato bituminoso con apposita apparecchiatura. Il taglio deve avere una profondità sufficiente ad assicurare l'andamento rettilineo dello scavo, senza sbavature e strappi della superficie stradale pavimentata e non interessata dallo scavo medesimo.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali più quella della parte centrale del cavo.

La demolizione delle murature di qualsiasi genere compreso il C.A. deve essere eseguita con mezzi meccanici devono limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte, compreso il trasporto all'impianto di smaltimento autorizzato e/o in aree indicate dal Progetto.

La cernita delle pietre del lastricato devono essere integre, opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito, che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assemblamento, e per evitarne la dispersione.

Nelle strade asfaltate:

- la rimozione della pavimentazione deve essere preceduta dall'operazione di "taglio" dell'area interessata dai lavori;
- la profondità del "taglio" non deve essere inferiore a quella della pavimentazione stessa;
- la larghezza della zona da tagliare deve essere pari a quella del massimo ingombro dello scavo;
- il "taglio" dovrà essere effettuato con fresa meccanica o con macchina a lama rotante.

Nelle strade lastricate:

- la rimozione delle pietre deve essere eseguita con l'uso di attrezzature tali da evitare la rottura delle lastre, ricorrendo all'allentamento delle stesse con idonei mezzi;
- la larghezza della rimozione deve essere estesa alle pietre eventualmente smosse.

Nei marciapiedi asfaltati:

- il tappeto di usura esistente deve essere demolito e rimosso per tutta la larghezza, previo "taglio" su linee perpendicolari al cordonato;
- la demolizione del massetto in calcestruzzo cementizio deve essere preceduta dall'operazione di "taglio" della area interessata dallo scavo;
- la profondità del "taglio" non deve essere inferiore a quella della pavimentazione stessa;
- il massetto in calcestruzzo esistente, nel caso la parte residua sia di ridotte dimensioni e/o di scarsa consistenza, deve essere demolito per tutta la superficie;
- particolare attenzione deve essere prestata nella rimozione dei pezzi di cordonato o lista e della zanella; in tal caso la rimozione dovrà essere preceduta dal taglio della pavimentazione stradale a ridosso del cordonato.

Nei marciapiedi lastricati devono essere adottate le modalità sopra indicate per lo stesso tipo di pavimentazione, prestando particolare attenzione nella rimozione dei pezzi di cordonato o lista ed della zanella.

Nel caso di fresature corticali o subcorticali, la pulizia del piano di scarifica deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla DL munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano perfettamente pulito e depolverizzato. Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm può essere fatta con un solo passaggio di fresa, mentre, per spessori superiori a 15 cm, si devono fare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato. Le pareti dei giunti longitudinali devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, essere perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano d'attacco di legante bituminoso prevista in progetto.

CODICE	CAPITOLO A09 – Rinterri stradali	(TIP.05)

A09 RINTERRI STRADALI: rinterro o riempimento di scavi o di buche per opere stradali, eseguiti con materiali privi di sostanze organiche compresi spianamenti, costipazione a strati di spessore non superiore a cm 30, bagnatura e ricarichi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Riempimenti: misurato in opera, pari al volume dello scavo m³

DEFINIZIONE

Riempimenti di scavi: l'insieme di opere che comportano spostamenti di materiale in genere, tese a colmare depressioni del terreno, eseguite con mezzi meccanici.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

D.Lgs. 30-4-1992 n. 285 (Codice della Strada)

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 (Regolamento Codice della Strada).

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I rinterri degli scavi eseguiti su strada devono essere effettuati con materiale idoneo a sopportare i carichi stradali. I materiali consentiti sono:

- materiali aridi tipo A1, A2/4, A2/5, A3 (ghiaio-sabbiosi), A7 (limo-argillosi);

- materiale proveniente dallo scavo adeguatamente vagliato.

L'impresa nel rimpiego dei materiali provenienti dallo scavo o dall'uso di materiali provenienti da altri siti deve attenersi al Piano di utilizzo delle terre redatto ai sensi del D.M. 161/2012; in caso di violazione degli obblighi assunti nel Piano viene meno la qualifica di sottoprodotto del materiale da scavo con conseguente obbligo di gestire il predetto materiale come rifiuto.

Il sottofondo posato deve essere opportunamente costipato con rullo compressore, oppure con piastra vibrante per gli interventi di piccola estensione in cui il rullo eccede nelle dimensioni.

Eventualmente prima dell'asfaltatura si deve procedere alla posa di una ricarica del materiale di sottofondo al fine di raggiungere la quota d'imposta dei bitumi.

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, possono presentare difficoltà per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati. In questi casi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

L'impresa deve evitare di realizzare rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture devono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

CODICE	CAPITOLO E02 – Pavimentazioni Stradali	(TIP.05)

E02 **PAVIMENTAZIONI STRADALI:** fornitura e posa in opera di bitumi per pavimentazioni stradali (strato di base, strato di collegamento-binder, tappeto di usura, conglomerato bituminoso a freddo) con conglomerati tradizionali e stesi con l'ausilio di attrezzature meccaniche. Il prezzo è comprensivo di mano d'attacco, spruzzatura e vibratura, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pavimentazioni stradali: Conglomerato a freddo si computa la superficie posta in opera per qualsiasi spessore della pavimentazione m²

Pavimentazioni stradali: Conglomerato a caldo si computa in base al peso posto in opera per qualsiasi spessore della pavimentazione Tn

Il conglomerato bituminoso a freddo è lo strato direttamente a contatto con le ruote dei veicoli, è un conglomerato bituminoso idoneo per interventi di manutenzione di pavimentazioni stradali, chiusura di buche, ripristino di piccole superfici ammalorate.

Lo **strato di base**, posto sopra lo strato di fondazione, rappresenta il supporto allo strato superficiale di usura: per questo motivo viene realizzato con materiale granulare più scelto, spesso stabilizzato con leganti, quali il cemento (misti cementati) o il bitume (misti bitumati) per migliorarne la compattezza e le caratteristiche meccaniche.

Il **binder** è uno strato di collegamento posto tra lo strato di base e lo strato di usura nelle sovrastrutture in cui la pavimentazione è realizzata in conglomerato bituminoso. Ha la duplice funzione di migliorare il collegamento fra base e usura e di aumentare la resistenza alle azioni tangenziali; viene confezionato con conglomerati bituminosi fuori opera (in impianti) e steso a strati di spessore compreso fra i 4 e i 10 cm.

Lo **strato di usura** è lo strato direttamente a contatto con le ruote dei veicoli e, pertanto, quello maggiormente sottoposto al peso, alle intemperie e alle varie sollecitazioni provenienti dal traffico.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

B.U.- C.N.R. n.178 del 15/09/1995 Catalogo delle Pavimentazioni stradali.

UNI EN 13108-1:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo

UNI EN 12697:2014 Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I conglomerati bituminosi da utilizzare per le pavimentazioni stradali devono rispondere alla norma UNI EN 13108, devono recare la marcatura CE secondo il Regolamento UE n.305/2011 del 9 marzo 2011, "che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE", ed i produttori devono essere dotati di CPF, Controllo di Produzione in Fabbrica.

Il conglomerato bituminoso a freddo:

Il conglomerato bituminoso a freddo è destinato prevalentemente, ma non esclusivamente, alla manutenzione di pavimentazioni stradali, saturazione di buche, ripristino di piccole superfici, chiusura di scavi per la posa di sottoservizi, piccoli rappezzi e sigillatura di crepe, il piano di posa deve risultare perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura, previa spruzzatura di emulsione bituminosa, la compattazione dei conglomerati a freddo deve iniziare appena posato, con piastra vibrante e /o rullo compattatore.

Il conglomerato bituminoso a caldo:

Gli impasti devono essere eseguiti a mezzo di impianti di adeguata potenzialità, e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la depurazione della polvere ed il riscaldamento a temperature comprese tra 120°C. e 160°C. degli aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di dosare almeno tre categorie tra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al rimescolatore; il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo per attivare l'adesione bitume-aggregato.

La miscela bituminosa viene stesa sul piano finito della fondazione dopo essere stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nel capitolato.

Il piano di posa deve risultare perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici che devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali che devono essere perfettamente saldati tra loro.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La temperatura del conglomerato alla stesa non deve mai scendere al di sotto di 150°.

La temperatura esterna non deve mai essere inferiore a 5°C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere rimossi e successivamente ricostruiti.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità; è realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Le pavimentazioni stradali sono in genere costituite da uno strato di base su cui si poggia un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, formato da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Le pavimentazioni stradali sono realizzate solamente quando il terreno di imposta è completamente assestato e la superficie esterna non presenta più cedimenti.

Nella posa si deve porre la massima cura alla formazione delle attaccature con l'esistente che devono essere perfettamente saldati tra loro.

CODICE	CAPITOLO E07 - Segnaletica stradale	(TIP.05)

E07 **SEGNALETICA STRADALE:** Segnaletica orizzontale e verticale di qualunque tipo, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Rimozione segnaletica verticale: si computa il numero di segnali rimossi. cad

Rimozione segnaletica orizzontale strisce continue o discontinue: si computa la l'effettiva lunghezza rimossa in opera. m

Rimozione segnaletica orizzontale frecce, zebrature, ecc: si computa l'effettiva superficie rimossa in opera. m²

Rimozione segnaletica orizzontale scritte, ecc: si computa la rimozione effettiva dell'area del rettangolo che circonda ogni singola lettera. m²

Ripristino segnaletica orizzontale frecce, zebrature, ecc: si computa l'effettiva superficie ripristinata in opera. m²

Ripristino segnaletica orizzontale scritte, ecc: si computa la superficie effettiva dell'area del rettangolo che circonda ogni singola lettera ripristinata. m²

DEFINIZIONE

La **segnaletica stradale** è un dispositivo atto ad indicare una prescrizione, un avvertimento o una indicazione a tutti i veicoli circolanti e ad ogni altro utente della strada.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 nr. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 nr. 610.

D.Lgs. 30-4-1992 n. 285 (Codice della Strada)

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 (Regolamento Codice della Strada).

Il 1° gennaio 2013 è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007 che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i

segnali verticali permanenti, sostegni inclusi, prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea. Anche per l'Italia vengono così superate le vecchie normative in essere, con il recepimento in lingua italiana, nel corpus normativo nazionale, della UNI EN 12899-1:2008. Se il sostegno non è conforme ad alcuna classe di prestazione deve essere dichiarato di classe 0 secondo la UNI EN 12767:2008. La segnaletica verticale deve rispondere ai requisiti anche della Norma UNI 11480:2013

"Istruzioni e linee guida per la fornitura e posa in opera di segnaletica stradale" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 24/10/2000, del 27/04/2006 e del 5/08/2013.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'intervento di rimozione della segnaletica orizzontale e/o verticale per la manutenzione della segnaletica stradale deve essere eseguito con l'impiego di idonei macchinari e attrezzature approvate dalla DL necessarie a garantire l'efficienza, la resistenza e la stabilità dei componenti non rimosse così da permettere un intervento localizzato secondo le prescrizioni normative prevista per le nuove installazioni.

CODICE	CAPITOLO E08 - Barriere stradali, recinzioni e antirumore	(TIP.05)

E08 **BARRIERE STRADALI, RECINZIONI E ANTIRUMORE:** barriere conformi al D.M. 18/02/92 n.223 e successive modifiche (D.M. 03/06/98, D.M. 11/06/99 e D.M. 21/06/2004), munite di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2012 e successivi aggiornamenti, secondo quanto prescritto dal D.M. 28/06/2011, compreso infissioni in terreni sciolti e/o su bordo ponte e/o su spartitraffico, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Esclusa la fornitura e il montaggio delle componenti accessorie non influenti ai fini della classe di prestazione, dispositivi rifrangenti e i tratti terminali, escluso altresì la formazione eventuale di cordolo in cls.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Sostituzione di Barriere stradali: si computa la lunghezza sostituita in opera. m

DEFINIZIONE

Le **Barriere stradali** o dispositivi di ritenuta stradale (guardrail) sono i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili. Le barriere in calcestruzzo prefabbricato C 28/35 tipo "new jersey" sono conformi al DM 18/02/1992 n°223.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Barriere stradali conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 03/06/98, D.M. 11/06/99 e D.M. 21/06/2004), munite di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1317-5:2007+A1:2008 e successivi aggiornamenti, secondo quanto prescritto dal D.M. 28/06/2011.

DM 05/11/2001 n.6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

DM 28 giugno 2011 Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale (GU n.233 del 06 ottobre 2011)

Circ. Min. I.T. n.62032 del 21/07/2010 Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione, e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali

D.Lgs. 30-4-1992 n. 285 (Codice della Strada)

D.P.R. 16-12-1992 n. 495 (Regolamento Codice della Strada).

UNI EN 1317-1:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova

UNI EN 1317-2:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza

UNI EN 1317-3:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto

UNI EN 1317-4:2010 Barriere di sicurezza stradale stradali - Parte 4: Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza

UNI EN 1317-5:2012 Sistemi di ritenuta stradale - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Su rilevato e/o Su manufatto e/o spartitraffico:

L'intervento di sostituzione della barriera stradale su rilevato e/o su manufatto e/o spartitraffico, deve essere eseguito con l'impiego di idonei macchinari e attrezzature necessarie a garantire l'efficienza e la sicurezza, la resistenza e la stabilità dei componenti non rimossi (cordoli ecc.), così da permettere un intervento localizzato secondo le prescrizioni della D.L.

A carattere generale la rimozione delle barriere di sicurezza si differenzia fra le barriere da rilevato rispetto a quelle da bordo ponte o spartitraffico.

PARAGRAFO 6 - TIPOLOGIA 09 - OPERE A VERDE

I prezzi sono relativi ad un cantiere di nuovo impianto e di manutenzione ordinaria e straordinaria del verde urbano. Riguarda la costruzione, il montaggio e la manutenzione di elementi non costituenti impianti tecnologici che sono necessari a consentire un miglior uso della città nonché la realizzazione e la manutenzione del verde urbano. Comprende in via esemplificativa campi sportivi, terreni di gioco, sistemazioni paesaggistiche, verde attrezzato, recinzioni.

Capitolo E09 – lavorazione e sistemazioni del terreno

Capitolo V01 – manutenzione erbacee, arbusti, siepi, aiuole

Capitolo V02 – manutenzione alberature

Capitolo V03 – operazioni d’impianto

E09 LAVORAZIONE E SISTEMAZIONI DEL TERRENO: quali preparazione, spianamenti, concimazione, drenaggi, per rinverdimento di giardini, parchi, spazi verdi di quartiere, rotonde, aiuole spartitraffico, banchine e cordonate verdi, ecc.

NORME DI MISURAZIONE**U.M.**

Preparazione terreno: si computa la superficie lavorata. m²

Spandimento terra da giardino: si computa il volume di materiale fornito. m³

Concimazione: si computa la superficie lavorata. m²

Formazione di prato: si computa la superficie lavorata. m²

Rigenerazione tappeto erboso/carotatura: si computa la superficie lavorata. m²

Scavi: si computa il volume lavorato. m³

DEFINIZIONE

Lavorazione finalizzata a rendere a verde il terreno di giardini, parchi, spazi verdi di quartiere, rotonde, aiuole spartitraffico, banchine e cordonate verdi, ecc.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Legge "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" (n.10 del 14 gennaio 2013, GU n.27 dell'1 febbraio 2013, in vigore dal 16 febbraio 2013)

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La preparazione del terreno, fino alla profondità necessaria, eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici, a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto, deve prevedere la rimozione e l'allontanamento di sassi, pietre ed eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori. I lavori sul terreno non devono essere eseguiti qualora il terreno stesso sia eccessivamente bagnato. Successivamente alla fresatura e vangatura si devono incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento (torba, sabbia silicea) e la concimazione di fondo (concime organico stallatico

pellettato, concime chimico granulare N-P-K). La terra di coltivo (terreno vegetale/agrario) deve essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano in qualche misura ostacolare le lavorazioni agronomiche dopo la posa in opera. I concimi (minerali, organici, misti e complessi) da impiegare devono avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge. Per ammendanti si intendono le sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno. Per correttivi si intendono i prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno. Dopo aver eseguito le operazioni preliminari, il terreno deve essere livellato e rastrellato secondo le indicazioni della direzione lavori per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Gli eventuali residui del rastrellamento devono essere allontanati dall'area del cantiere.

Dopo la preparazione del terreno l'area deve essere, su indicazioni della direzione lavori, seminata con uniformità e rullata convenientemente. Il miscuglio deve essere composto secondo le percentuali precisate in progetto e deve essere accettato dalla direzione lavori.

La miscela per prato rustico o tappeti erbosi non irrigui è costituita da specie e varietà selezionate capaci di tollerare periodi prolungati di carenza idrica. Tale miscela è dotata di elevati requisiti di rusticità e resistenza al calpestio. La miscela per prato ornamentale o tappeti erbosi irrigui, è costituita da specie selezionate tipiche di ambienti caratterizzati da piovosità estiva. Un'ulteriore miscuglio è quello per il prato fiorito che è caratterizzato da un maggior numero di specie. La ricchezza e la qualità delle piante impiegate conferiscono varietà di colori, scalarità di fioritura.

La semina a mano, detta a spaglio, deve essere realizzata in giornate prive di vento, eseguendo due passate tra loro perpendicolari. Ultimata la semina si esegue la prima irrigazione in modo da garantire l'umettamento della superficie con un apporto medio di 5/7 litri di acqua per metro quadrato.

La semina va effettuata preferibilmente a fine estate/inizio autunno. In questo periodo il prato può svilupparsi rapidamente dopo le prime precipitazioni riducendo le possibilità di crescita delle malerbe. La realizzazione di prati mediante il trapianto di tappeto erboso precoltivato, a differenza della semina, non ha vincoli di realizzazione nell'arco dell'anno, se si escludono i periodi più caldi e quelli più freddi. I notevoli vantaggi di questo sistema d'impianto sono dovuti alla rapidità e facilità d'insediamento del prato, alla sua purezza e alla qualità delle superfici ottenute.

Le operazioni di manutenzione dei tappeti erbosi consistono nella rigenerazione, fessurazione e foratura del cotico, asportazione del feltro (arieggiatura), livellamento, carotatura, per migliorare le caratteristiche del terreno, promuovendo gli scambi di aria e di acqua con l'atmosfera.

La rimozione del feltro viene eseguita all'inizio del periodo vegetativo primaverile e in autunno. Il ricambio delle foglie del cotico nel corso della stagione vegetativa si accumula formando uno strato che riduce le capacità di scambio gassoso del terreno, l'assorbimento dei nutrienti e la penetrazione dell'acqua. Le operazioni di rimozione del feltro vengono effettuate con l'impiego di macchine che utilizzano rulli a lame o a molle.

La carotatura è necessaria per decompattare il suolo permettendo all'acqua, all'aria ed al fertilizzante di raggiungere più facilmente la zona radicale. L'operazione consiste nel rimuovere cilindri di terreno del diametro di circa 20 mm, ad una densità di circa 400 fori/mq. Nei terreni particolarmente ricchi di argilla i fori vengono riempiti con sabbia silicea per migliorare le caratteristiche fisiche di permeabilità e struttura del terreno. I benefici si evidenziano con un maggior sviluppo in profondità dell'apparato

radicale che migliora la resistenza alle situazioni di stress. Il materiale di risulta, cioè le carote, possono essere rimosse dalla superficie oppure sminuzzate ed incorporate nuovamente nel terreno. Si opta in genere per la prima operazione solo quando il suolo non possiede buone caratteristiche. In questo caso, dopo la rimozione delle carote della zona interessata, viene distribuito nuovo materiale (operazione detta topdressing) di caratteristiche adeguate che viene poi incorporato nelle cavità lasciate dalla carotatura mediante il trascinamento di una rete.

I periodi migliori per effettuare la rigenerazione sono quelli caratterizzati da temperature miti e con buone precipitazioni, quindi sono la primavera (febbraio-marzo) e la fine estate (settembre).

Nella scelta dei macchine e degli attrezzi da impiegare nell'ambito del ciclo di primo impianto, gestione, manutenzione e produzione del verde si deve considerare l'impatto in termini di emissioni in atmosfera, di vibrazioni indotte e di rumore prodotto, il tipo di alimentazione ed i relativi consumi.

Fra le lavorazioni del terreno rientrano le operazioni di scavo a sezione ristretta obbligata preparatorie per le operazioni di impianto. La preparazione del terreno assume un rilievo fondamentale per l'attecchimento ed il futuro sviluppo della pianta. L'ampiezza e la profondità della buca devono essere rapportate alle dimensioni della zolla radicale al momento della piantagione e alle dimensioni che raggiungerà la pianta. Prima della preparazione delle buche è necessario accertarsi che il terreno sia in grado di trattenere l'acqua di cui la pianta avrà bisogno. In caso di carenze idriche croniche è opportuno prevedere un impianto di irrigazione fisso. Un valido drenaggio favorisce la crescita e lo stato di salute delle piante. Lo scavo deve avvenire con terreno sufficientemente asciutto. Le buche devono essere scavate in modo che risultino larghe e profonde almeno una volta e mezzo rispetto alle dimensioni dell'apparato radicale o della zolla. Nell'apertura di buche, soprattutto se vengono impiegate trivelle, è opportuno smuovere il terreno lungo le pareti e sul fondo per evitare "l'effetto vaso".

Nel caso di interferenza dello scavo con servizi e condutture, sarà cura ed onere dell'impresa adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire la stabilità e l'integrità degli stessi, avvertendo e concordando le operazioni con i soggetti gestori dei servizi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere riutilizzate o trasportate successivamente in altro sito, esse devono essere depositate in luogo adatto e previsto in sede progettuale (in conformità al Piano di Utilizzo e al PSC se dovuto per legge), accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno. Il deposito di materiale scavato deve essere fisicamente separato e gestito in modo autonomo rispetto ai rifiuti eventualmente presenti nel cantiere o nel sito temporaneo.

Il deposito del materiale scavato, in attesa dell'utilizzo (ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b) D.M. 161/2012), deve avvenire all'interno del cantiere (sito di produzione) o di altre aree previste (siti di deposito intermedio e di destinazione), identificando, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006, D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo e dell'art. 41 bis del decreto legge n. 69 convertito nella legge n. 98 del 2013.

CODICE	CAPITOLO V01 - Manutenzione erbacee, arbusti, siepi, aiuole	(TIP.09)

V01 **MANUTENZIONE ERBACEE, ARBUSTI, SIEPI, AIUOLE:** quali la potatura di siepi e cespugli, la falciatura di tappeti erbosi, la trinciatura di erba, piccoli arbusti, sottobosco, taglio di macchie di rovi, pulizia delle aree verdi e pavimentate, sarchiatura e vangatura aiuole o siepi per il mantenimento delle aree verdi e per garantirne la fruibilità ed il decoro.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Potatura di siepi: si misura lo sviluppo della siepe ((2 x lun x alt) + (lun x lar)), una volta terminata l'operazione di potatura. m²

Potatura di cespugli: si misura la proiezione a terra del cespuglio una volta terminata l'operazione di potatura. m²

Falciatura/trinciatura/taglio di macchie e rovi/disboscamento e pulizia sottobosco/pulizia di aree verdi, piazzali, vialetti/sarchiatura e vangatura aiuole o siepi: si computa la superficie tagliata e/o lavorata. m²

Pulizia di zanelle e cordonati: si computa la lunghezza ripulita. m²

DEFINIZIONE

Manutenzione finalizzata alla crescita e contenimento delle siepi e cespugli mediante potatura e alla conservazione ed infittimento del cotico erboso, mediante taglio dei tappeti erbosi, in modo tale da garantire sia la preservazione del suolo che la fruibilità delle aree verdi, nonché le funzioni estetiche e di decoro delle medesime.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Legge "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" (n.10 del 14 gennaio 2013, GU n.27 dell'1 febbraio 2013, in vigore dal 16 febbraio 2013)

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La potatura delle siepi va effettuata in modo tale che al termine delle operazioni le siepi già adulte abbiano nuovamente assunto forma e volume originario, mentre per quelle giovani e in fase di accrescimento si abbia un incremento di sviluppo sufficiente a raggiungere la forma voluta nel più breve tempo possibile senza comprometterne il vigore. Può peraltro essere necessario di ridurre

eccezionalmente le siepi, per necessità tecniche o estetiche (viabilità, visibilità, sicurezza, ecc) praticando tagli anche su porzioni di vegetazione adulta, in modo tale da consentire sempre una ripresa vegetativa.

E' consentito l'uso dei mezzi manuali o meccanici che si riterranno più opportuni (forbici, forbicioni, tosasiepi, ecc.) per una regolare e perfetta esecuzione dei lavori. Ciò significa che per specie a foglia larga (es. tipo *Prunus laurocerasus*), l'uso del tosasiepi a pettine non è ammesso per i danni che esso provoca alle foglie. Durante le operazioni di potatura si dovrà provvedere alla rimozione di tutte le erbe infestanti che si trovano sotto le siepi anche asportandole, se necessario, a mano o zappando l'area. Il lavoro dovrà presentarsi accurato e completo.

La potatura delle siepi dovrà avvenire una o due volte all'anno nel periodo tecnicamente più adatto.

La potatura degli arbusti deve essere effettuata in periodi e secondo modalità che rispettino l'epoca e il tipo di fuoritura.

I tappeti erbosi devono essere mantenuti entro un'altezza di cm. 5/10. Lo sfalcio deve essere effettuato senza raccolta con l'utilizzo di macchinari appositamente progettati per lo sminuzzamento dell'erba (Mulching). Dopo lo sfalcio non devono rimanere residui visibili d'erba. Ogni intervento di sfalcio deve sempre essere integrato con la pulizia generale dell'area oggetto di appalto. L'intervento deve effettuarsi esclusivamente con macchine operatrici ad asse rotante.

Le operazioni di sfalcio dovranno essere completate con il taglio a mano attorno ai soggetti arborei e arbustivi e con il taglio mediante decespugliatore attorno ai manufatti o, più in generale, nei punti dove non è possibile accedere con mezzi operativi su ruote.

Le buone pratiche prevedono che i rifiuti prodotti durante ~~la~~ il mantenimento e la gestione del sito siano avviati alle rispettive filiere per il recupero dei materiali, dunque al riciclo. I rifiuti speciali per i quali ci sono specifici obblighi previsti dalla normativa per la sicurezza non sono contemplati nel presente documento. I materiali di scarto accumulati in seguito alle operazioni di potatura una volta raccolti devono essere conferiti ad impianto di smaltimento autorizzato a compostaggio. Il compostaggio è prescritto per incidere positivamente sul bilancio energetico complessivo relativo alla gestione del processo e per la possibilità di produrre ammendante in situ.

Per sarchiatura di un terreno s'intende l'asportazione di erbe infestanti dalla superficie mediante l'impiego di appositi attrezzi agricoli. Con la sarchiatura del terreno si ottiene un suolo ripulito da erbacce e più soffice. La sarchiatura del terreno rappresenta una tecnica di diserbo naturale.

CODICE	CAPITOLO V02 - Manutenzione alberature	(TIP.09)

V02 **MANUTENZIONE ALBERATURE:** quali la potatura di formazione, mantenimento, alleggerimento, di urgenza, spollonatura, spiombatura o riduzione dell'albero, innalzamento e rimonda del secco, bonifica meccanica, espianto di ceppaie, abbattimenti.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Potatura di formazione/ mantenimento/ alleggerimento/ di urgenza: si computa il numero di alberi potati cad

Spollonatura/spiombatura o riduzione dell'albero/innalzamento e rimonda del secco: si computa il numero di alberi potati cad

Bonifica meccanica di albero/espianto di ceppaie: si computa il numero di alberi potati o ceppaie rimosse cad

Abbattimenti: si computa il numero di alberi abbattuti cad

Irrigazione con autobotte: si computa il numero di alberi irrigati cad

DEFINIZIONE

Manutenzione finalizzata alla crescita e alla promozione di condizioni di salute ed integrità. La potatura consiste in una gamma di interventi atti a modificare lo sviluppo di una pianta, favorendone l'attività vegetativa in quanto, riducendo il numero di gemme, si concentra in quelle rimaste una maggior quantità di linfa. Il taglio di rami/branche della pianta è da effettuarsi esclusivamente per ragioni precise e riconducibili fondamentalmente a motivi legati alla sicurezza statica della pianta (o di parti di essa) oppure alla presenza di difetti o situazioni di sviluppo indesiderato (in atto o di possibile manifestazione futura).

Interventi:

POTATURA DI FORMAZIONE: potature durante la fase di allevamento allo scopo di indirizzare la crescita e a correggere le debolezze strutturali della chioma (eliminazione o riduzione di rami codominanti, con corteccia inclusa, danneggiati, sfreganti o con direzione/impostazione di crescita sbagliata, ecc.), corrispondente ad un periodo di 10-25 anni dall'epoca della messa a dimora. La forma di allevamento può essere naturale o obbligata. Il mantenimento di un albero in forma naturale si avvale dell'impiego di tagli nodali, ovvero delle seguenti tecniche di potatura: rimozione della branca intera e riduzione con ritorno su di una laterale.

POTATURA DI MANTENIMENTO: in condizioni vegetative e di salute normali (assenza di carie, ferite, traumi, ecc.) e se non esistono vincoli limitativi particolari, la potatura di mantenimento (da praticarsi con turni di 5-7 anni per tutta la fase di maturità) consiste nel conservare la forma e la dimensione prescelta della chioma.

POTATURA DI ALLEGGERIMENTO (diradamento): riduzione della densità della chioma, con la finalità dell'abbassamento della resistenza al passaggio dei venti oppure della maggiore infiltrazione d'irraggiamento solare presso le porzioni interne.

POTATURA DI URGENZA: potatura da effettuarsi in caso di pericolo per la pubblica e privata incolumità.

SPOLLONATURA: rimozione dei germogli, denominati polloni, che si formano al piede dell'albero o lungo il tronco.

SPIOMBATURA o riduzione dell'albero: potatura di contenimento della chioma su uno-due lati. Gli interventi di riduzione della chioma, che assimilano anche quelli di innalzamento, agiscono nella direzione della contrazione del volume o dell'ingombro della chioma, con la finalità della mitigazione dei conflitti legati all'interferenza con l'ambiente circostante.

INNALZAMENTO DELLA CHIOMA: Eliminazione/riduzione dei rami presenti nella parte inferiore della chioma. Questo intervento è richiesto per lo più a carico di alberi situati lungo le strade, per evitare interferenza della chioma con i veicoli in transito. Si tratta di un intervento che dovrebbe essere effettuato su alberi giovani, con finalità preventive in vista del loro futuro sviluppo, evitando così successivi interventi di taglio su grosse sezioni.

RIMONDA DEL SECCO o ripulitura della chioma: interventi riservati alla rimozione di ramificazioni disseccate o deperite.

BONIFICA MECCANICA DI ALBERO: interventi di potatura finalizzati all'eliminazione di parti infette (come di cancro colorato per il platano, di cancro corticale per il cipresso, ecc.) o colpite da infestazioni di insetti (come di processionaria per il pino e il cedro, ecc.)

ESPIANTO DI CEPPEAIE. Estrazione con mezzi meccanici (fresa, rotore, escavatore..) della parte del fusto che fuoriesce dal terreno dopo il taglio dell'albero.

ABBATTIMENTI: taglio a caduta o per depezzamento controllato con mezzi meccanici di albero.

IRRIGAZIONE: Irrigazione di soccorso con autobotte attrezzata (80 litri per pianta).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Legge "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" (n.10 del 14 gennaio 2013, GU n.27 dell'1 febbraio 2013, in vigore dal 16 febbraio 2013)

Decreto Ministeriale del 17 aprile 1998 - Disposizioni sulla lotta obbligatoria contro il cancro colorato del platano "Ceratocystis fimbriata".

- Circolare applicativa del Decreto Ministeriale del 17 aprile 1998 concernente le note tecniche per la salvaguardia del platano dal cancro colorato "Ceratocystis fimbriata".

- Decreto Ministeriale del 17 aprile 1998 - Disposizioni sulla lotta obbligatoria contro la processionaria del pino "Thaumetopoea pityocampa".

- Decreto del 10 settembre 1999, n. 356 - Regolamento recante misure per la lotta obbligatoria contro il colpo di fuoco batterico (*Erwinia amylovora*), nel territorio della Repubblica

“Linee guida per l’esecuzione delle potature degli alberi in ambiente urbano” redatta dal COMUNE DI FIRENZE, Direzione Ambiente ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI DELLA PROVINCIA DI FIRENZE, Commissione Verde Urbano

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La formazione della chioma in fase giovanile si avvale di tagli nodali, in applicazione della seguenti tecniche di potatura: rimozione della branca intera e riduzione con ritorno su di una laterale. Nell'allevamento di un giovane albero i primi 3-5 anni dal trapianto sono i più critici. La potatura di allevamento si limita ad indirizzare la crescita ed a correggere le debolezze strutturali. Qualora si intenda sottoporre un albero ad un programma di potatura d'allevamento, occorrerà procedere rispettando in sequenza i seguenti passaggi: rimozione delle ramificazioni danneggiate, malate e deperenti; selezione di un leader e rimozione o controllo dei competitori; selezione delle ramificazioni permanenti che definiscono la base della chioma e rimozione delle ramificazioni indesiderate collocate più in basso; selezione delle ramificazioni laterali permanenti sulla base della distribuzione verticale e radiale più opportuna.

La potatura di alleggerimento della chioma crea una rilevante perdita di superficie fotosintetizzante, questo tipo di intervento è giustificabile solo in casi sporadici. Se da una parte una chioma alleggerita intercetta minore energia eolica, dall'altra la capacità di dissipazione delle sollecitazioni ventose attraverso l'oscillazione delle ramificazioni è ridotta. L'alleggerimento inoltre rischia sovente di rilasciare una chioma caratterizzata dalla concentrazione di massa fogliare presso le estremità distali delle ramificazioni, rendendole quindi maggiormente predisposte alla rottura.

Gli interventi di alleggerimento della chioma, riduzione della chioma, innalzamento fanno uso esclusivo di tagli nodali, in attuazione delle tecniche di rimozione della branca intera e riduzione con ritorno su di una laterale.

L'eliminazione dei polloni dovrà essere ripetuta periodicamente allo scopo di evitare ferite da taglio di dimensioni eccessive. Si raccomanda l'utilizzo di forbici o seghetto, in modo da creare superfici di taglio nette ed evitare danneggiamenti in corrispondenza dei punti di inserzione.

L'abbattimento da terra deve essere pianificato con cura, deve essere attentamente esaminata l'area circostante per valutare la presenza di ostacoli (linee elettriche, strade, edifici ecc.), l'intensità del vento e le caratteristiche dell'albero (inclinazione, forma, altezza, diametro, specie e condizioni dell'albero, oltre alla pendenza). Se l'area di abbattimento è attraversata da una strada o frequentata da numerosi passanti, deve essere esposta una segnaletica appropriata e il raggio di azione deve essere pari almeno al doppio dell'altezza dell'albero. La prima scelta è la direzione di caduta e la pianificazione della via di fuga, verificando che sia sgombra da eventuali ostacoli nel caso in cui si renda necessario un suo utilizzo durante l'abbattimento. La seconda operazione prima di cominciare con l'esecuzione della tacca di direzione per l'abbattimento è la rimozione dei rami bassi che potrebbero ostacolare i movimenti. La tacca di direzione è un taglio cuneiforme praticato al piede della pianta che serve a facilitare e a direzionare la caduta.

I tagli devono essere praticati il più vicino possibile al terreno per un maggiore controllo e una maggiore stabilità durante la caduta dell'albero. Per un abbattimento più sicuro deve essere usato un grimaldello, una barra o un cuneo, che prevengono la caduta dell'albero in direzione opposta e l'inceppamento della barra guida nel tronco durante il taglio di abbattimento. La cerniera è il fattore più importante per un abbattimento sicuro e pulito. La cerniera corrisponde alla parte non segata tra la tacca di direzione e il taglio di abbattimento e funziona come una normale cerniera, guidando la caduta dell'albero sul terreno. La cerniera deve avere uno spessore uniforme ed essere lunga almeno l'80 %

del diametro dell'albero. La larghezza deve essere pari al 10 % del diametro dell'albero. Per gli alberi con spessore superiore a 30 cm, è sufficiente una cerniera di 3 cm circa. L'angolo di apertura della tacca di direzione determina per quanto tempo deve rimanere intatta la cerniera. Minore è l'angolo, più velocemente si rompe la cerniera. Gli attrezzi necessari dipendono dalla grandezza dell'albero.

Per l'abbattimento di alberi ubicati in aree di proprietà pubblica e privata sottoposte a vincolo di tutela paesaggistica, dovrà essere acquisito il parere da parte della competente Commissione del paesaggio, secondo quanto disposto dal decreto legislativo 42/2004.

NOTA su CAPITOZZATURA: Con questo tipo di potatura straordinaria, intervenendo sulle branche, si opera un'asportazione pressoché totale della chioma. Questo tipo di intervento può trovare giustificazione in ben pochi e determinati casi (gravi traumi e asportazioni massicce dell'apparato radicale, vincoli urbani condizionanti che impongono drastiche riduzioni della chioma), ben sapendo comunque che non risolve il problema di vitalità e di stabilità meccanica dell'albero, ma li differisce e li aggrava nel tempo. Con la capitozzatura, infatti, si interviene su soggetti che a rigore, sarebbero da abbattere, ma si intendono mantenere per non rinunciare all'elemento verde anche in situazioni estreme. Tutto ciò premesso, prendiamo in considerazione gli effetti a medio e lungo termine che la capitozzatura determina sui soggetti così trattati, in rapporto alla fisiologia dell'albero. Ricordando che una razionale potatura non dovrebbe asportare più del 30-40% della superficie fogliare e ben sapendo che la capitozzatura asporta praticamente la totalità della chioma, con tale intervento si riduce in modo drastico la capacità fotosintetizzante della pianta; ciò determina un processo di decadimento generale del soggetto, dovuto ad uno scarso nutrimento dell'apparato radicale che, indebolendosi, finisce col comprometterne la stabilità. Infatti, è stato verificato in occasione di abbattimenti, che piante sottoposte a periodiche capitozzature sviluppano un apparato radicale poco esteso ed estremamente debole. In pratica, considerando un esemplare arboreo che può sviluppare anche 2000 m² di superficie fogliare, che elabora le sostanze necessarie a sostenere ed alimentare i rami, il tronco e le radici, se tale superficie fogliare elaborante viene drasticamente ridotta, il soggetto capitozzato tenderà di emettere vigorosi succhioni a partire da gemme latenti, per sopperire, senza riuscirci, al deficit alimentare che si è venuto a creare, provocando l'insorgere dei processi di deperimento di cui si è detto sopra. Il considerare che, dal punto di vista del risultato dell'intervento, una capitozzatura equivale ad una razionale potatura, è un errore di valutazione dovuto ad un'analisi incompleta e superficiale in quanto basata esclusivamente su parametri esteriori, e non su quelli più importanti strettamente legati ai processi fisiologici che regolano la vita dell'albero determinandone lo stato di salute e quindi la durata. Le grosse superfici di taglio sono vie sicure d'ingresso di agenti cariogeni che finiscono per compromettere la stabilità del soggetto e le sue utili funzioni in ambiente urbano. Inoltre con la capitozzatura vengono stimulate gemme avventizie che producono numerosi rami detti succhioni (che entrano in concorrenza tra di loro) i quali si differenziano dai rami normali in quanto non sono saldamente ancorati alle branche e sono caratterizzati da una maggior vigoria vegetativa e quindi minore lignificazione che li rende più facilmente esposti a rotture e schianti. Infine si ricorda che, con il taglio a capitozzo, l'albero perde irrimediabilmente il portamento naturale tipico della specie di appartenenza.

CODICE	CAPITOLO V03 - Operazioni d'impianto	(TIP.09)

V03 OPERAZIONI D'IMPIANTO: quali messa a dimora di piante (siepi, cespugli, erbacee perenni e fioriture stagionali) e alberi, realizzazione di siepi, concimazione.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Messa a dimora piante: si computa il numero di piante poste in opera cad

Realizzazione di aiuola: si computa la superficie delle piante o degli alberi potati m²

Piantagione di albero: si computa il numero di alberi posti in opera cad

Concimazione: si computa il numero di alberi concimati per siepi e aiuole cad

DEFINIZIONE

OPERAZIONI D'IMPIANTO: messa a dimora di piante.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Legge "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" (n.10 del 14 gennaio 2013, GU n.27 dell'1 febbraio 2013, in vigore dal 16 febbraio 2013)

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per la realizzazione dell'opera: esso deve provenire esclusivamente da ditte specializzate nella produzione e commercializzazione. L'Appaltatore deve dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

Salvo specifiche disposizioni le piante devono provenire da vivaio, essere fornite nel genere, specie, varietà o cultivar– richiesti nei documenti di progetto ed etichettate, singolarmente o per gruppi omogenei, con cartellini indelebili riportanti la classificazione botanica, la corrispondenza varietale tra etichetta e pianta, il rispetto dell'eventuale copyright. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di effettuare, congiuntamente con l'Appaltatore, visite ai vivai di provenienza allo scopo di scegliere le piante; le piante scelte devono essere rese riconoscibili, singolarmente o per gruppi omogenei. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di scartare le piante non rispondenti alle richieste, per genere, specie e varietà o cultivar, o differenti da quelle scelte in vivaio.

Le caratteristiche delle piante (dimensioni, forma della chioma, portamento) e di fornitura (in zolla, contenitore, radice nuda, imballo, ecc.) devono corrispondere alle indicazioni di progetto o all'Elenco Prezzi.

Le piante devono aver subito le necessarie lavorazioni in vivaio, non presentare anomalie e malformazioni, avere forma regolare, apparato radicale ben accestito.

Le piante devono essere fornite sane, visivamente esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus e altri patogeni; non devono presentare lesioni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che ne possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

Per il trasporto delle piante l'Appaltatore deve prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste arrivino sul luogo della sistemazione nelle migliori condizioni possibili, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei, con particolare attenzione affinché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi. Una volta giunte a destinazione, tutte le piante devono essere trattate in modo che sia loro evitato ogni danno. Rimane inteso che il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva deve essere il più breve possibile.

Gli alberi devono essere specificatamente forniti per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali-altezza di impalcatura, filari-omogeneità della chioma).

La chioma deve essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie, proporzionata per dimensioni e vigore al fusto e all'apparato radicale. Il fusto e le branche principali devono essere esenti da deformazioni, capitozzature, grosse cicatrici o segni evidenti conseguenti ad urti, danni da grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole.

Gli alberi adulti sono normalmente forniti in zolla o in contenitore, solo se di giovane età, di limitate dimensioni e a foglia decidua e, ancorché previsto negli elaborati di progetto, possono essere consegnati a radice nuda.

Le zolle o i contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, ecc.) devono essere proporzionati alle dimensioni delle piante.

Per gli alberi forniti in zolla, la terra deve essere compatta e solidale con la pianta e il suo apparato radicale, senza crepe evidenti, ben imballata con un apposito involucro protettivo, biodegradabile se ne è previsto l'interramento oppure facilmente rimovibile se si prevede la rimozione alla piantagione. Le reti metalliche dovranno essere in ferro non zincato.

Tutti gli alberi forniti devono aver subito un adeguato numero di trapianti o rinvasi; quelli in contenitore non devono presentare radici spiralizzate e devono avere un substrato solidale con la pianta.

Per la determinazione delle misure di fornitura si deve far riferimento ai seguenti parametri:

- altezza dell'albero, distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura, distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della prima branca;
- circonferenza del fusto, misurata a un metro di altezza dal colletto;
- diametro della chioma, dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, e il diametro massimo per tutti gli altri alberi;
- per la zolla il diametro massimo;
- per i contenitori, il diametro massimo o la capacità in litri.
-

Per gli alberi innestati devono essere specificati il tipo di portinnesto e l'altezza del punto d'innesto, che non deve presentare sintomi di disaffinità.

Secondo quanto previsto da progetto, gli alberi devono essere forniti a fusto singolo o a ceppaia (preferibilmente minimo tre fusti).

Arbusti e cespugli devono avere portamento tipico della specie o varietà, essere delle dimensioni, forma e sagoma prescritte da progetto e non avere portamento "filato". Le dimensioni della zolla o del vaso devono essere proporzionate alla parte aerea della pianta.

Negli arbusti e cespugli per altezza totale si intende la distanza tra il colletto e il punto più alto della chioma. Il diametro della chioma deve essere rilevato alla sua massima ampiezza.

Arbusti e cespugli sono normalmente forniti in zolla o in contenitore; solo se di giovane età, di limitate dimensioni e a foglia decidua e, ancorché previsto negli elaborati di progetto, possono essere consegnati a radice nuda.

Per arbusti e cespugli forniti in zolla la terra deve essere compatta e solidale con la pianta e il suo apparato radicale, senza crepe evidenti, ben imballata con un apposito involucro protettivo, biodegradabile se ne è previsto l'interramento oppure facilmente rimovibile se si prevede la rimozione alla piantagione.

Per la determinazione delle misure di fornitura si deve far riferimento ai seguenti parametri:

- altezza dell'arbusto, distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- diametro della chioma;
- per la zolla il diametro massimo;
- per i contenitori, il diametro massimo o la capacità in litri.

Per gli arbusti innestati devono essere specificati il tipo di portinnesto e il punto d'innesto non deve presentare sintomi di disaffinità.

L'esecuzione di messa a dimora deve avvenire nei periodi previsti dal cronoprogramma di progetto. Qualora si debba operare in periodi diversi, o in condizioni ambientali non di riposo vegetativo per le specie da piantare, l'eventualità deve essere segnalata alla Direzione Lavori.

In generale si preferisce il periodo di riposo vegetativo, come epoca per la messa a dimora delle piante, al fine di limitare lo stress da disidratazione e operare in un periodo, d'inverno, in cui parassiti e patogeni sono meno attivi.

Si deve evitare di operare nei periodi di gelo intenso, con terreno gelato e non in tempera, salve diverse indicazioni della Direzione Lavori.

L'estensione dei lavori di messa a dimora nel periodo estivo, deve tener conto dell'utilizzo di piante adeguatamente preparate per tale scopo, della predisposizione di lavori aggiuntivi, non solo per l'irrigazione, ma anche di ausilio a prevenire stress da trapianto, come l'uso di prodotti fitosanitari o coadiuvanti come le micorrize.

Per le piante a radice nuda, in assenza di indicazioni progettuali, ordinariamente e secondo la zona climatica d'intervento, si deve preferire il periodo tardo autunnale, per le sempreverdi l'autunno o l'inizio primavera, per le palme i mesi di giugno - luglio.

Le modalità di messa dimora di Alberi, arbusti, alberi e arbusti da frutto, piante rampicanti e sarmentose sono analoghe tra loro: variano prevalentemente in funzione delle dimensioni e del peso del materiale da mettere a dimora, dell'uso di attrezzi o macchinari proporzionali ai lavori da eseguire, delle dimensioni e dei sistemi di ancoraggio.

La messa a dimora deve essere effettuata in buche preparate come da progetto o, in assenza di specifiche indicazioni, avere dimensioni tali da consentire un ottimale collocamento degli apparati radicali e il successivo rinterro; il diametro minimo delle buche deve essere pari a 1,5 volte quello della zolla, preferibilmente il doppio. La profondità deve tener conto delle caratteristiche del terreno e del naturale assestamento dello stesso; comunque si deve scarificare il terreno ad una profondità di scavo maggiore di 10/15 cm della zolla e fare in modo che la pianta, una volta collocata in buca, mantenga il colletto al pari del piano di calpestio.

A buca aperta o a buca appena chiusa devono essere messi in opera gli ancoraggi previsti; in nessun caso si deve interrare il colletto della pianta. In assenza di indicazioni progettuali e per materiale con altezza superiore a 2,0 m, la Direzione Lavori deve istruire la posa di ancoraggi.

Tutti i legacci che possano danneggiare lo sviluppo delle piante devono essere rimossi, quelli di fissaggio della pianta ai tutori devono essere in materiale biodegradabile.

A fine lavori d'impianto il colletto deve essere perfettamente allineato alla quota del terreno, gli alberi e arbusti devono presentarsi con verticalità naturale e con ancoraggi efficienti, le sarmentose e rampicanti con tralci aperti e ben fissati ai tutori o ai supporti per lo sviluppo vegetativo.

Onde evitare problemi alle prospettive di sviluppo delle piante devono essere presi in considerazione sia i sestri di impianto che le distanze da opere edili o da altri impedimenti.

La sistemazione del terreno pre-impianto deve essere molto accurata per evitare ristagni d'acqua. Prima della messa a dimora della pianta, il terreno deve essere lavorato e deve essere scavata una buca di ampiezza superiore alla zolla per creare le condizioni ottimali per lo sviluppo delle nuove radici. L'adozione di accorgimenti che consentono una ottimale areazione del terreno è fondamentale per i processi fisiologici dell'apparato radicale e per il buon sviluppo delle piante messe a dimora; ciò in quanto l'ossigeno è indispensabile per la respirazione delle radici attraverso la quale vengono bruciati gli zuccheri, prodotti essudati e rilasciata energia. La presenza di ossigeno favorisce anche la crescita delle micorrize, microorganismi simbiotici molto importanti per l'equilibrio delle piante che possono vivere anche per molte settimane senza acqua e nutrienti, ma non senza ossigeno. Per questo motivo la "Tazza" deve avere una superficie sufficiente anche nel caso di piante di piccole dimensioni al momento della messa a dimora, tenendo conto del successivo sviluppo.

La profondità di impianto è molto importante in quanto se eccessiva facilita il riscoppio di polloni dal colletto e la formazione di radici superficiali che andranno a disturbare i marciapiedi o i prati, dando origine molto spesso anche a radici spiralate.

Molto opportuna risulta la pratica della pacciamatura attraverso la distribuzione in superficie di prodotti pacciamanti quali foglie che favoriscono le micorrize o scaglie di cortecce che impediscono la crescita di erbe infestanti ed una rapida evaporazione dell'umidità del terreno. Qualora il terreno della tazza debba essere calpestato (marciapiedi, parcheggi, ecc.), va protetto con griglie o mattonelle forate che permettano il passaggio dell'ossigeno e dell'acqua, in modo che le radici siano sempre in piena efficienza.

L'imballo della zolla, costituito da materiale degradabile (es. paglia, canapa, juta ecc.), deve essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche e il materiale di imballo in eccesso. Mantenere l'imballo in fase di trapianto è molto importante, in quanto impedisce il distacco del terreno che forma la zolla dalle radici e il loro conseguente danneggiamento.

La zolla deve essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta deve essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo. Le piante con zolla, se non hanno avuto un periodo di riposo in vivaio e se vengono messe a dimora all'inizio della stagione vegetativa successiva, subiscono lo stress da trapianto, con caduta delle foglie e mancato sviluppo per 2-3 anni, in modo più marcato delle piante a radice nuda. Questo fenomeno può essere limitato se le piante vengono messe a dimora in autunno-inverno avendo cura di effettuare qualche irrigazione del terreno di riporto impiegato per riempire la buca in modo da farlo ben aderire alla zolla. Anche le irrigazioni nei periodi siccitosi devono riguardare soprattutto questa zona e meno il terreno che forma la zolla.

Analogamente si deve procedere per le piante fornite in contenitore.

Per le piante in zolla e quelle a radice nuda parte dell'apparato radicale deve essere, ove occorra, spuntato alle estremità delle radici, soprattutto privato di quelle rotte o danneggiate, con uno strumento ben affilato, perpendicolarmente al loro asse. Intorno al taglio si formerà il callo che originerà

nuove radici. Radici danneggiate nel corso degli anni possono favorire l'insorgere di molti succhioni epicormici e man mano il disseccamento delle cime dei rami

Le piante devono essere collocate ed orientate in modo da ottenere il miglior risultato estetico e tecnico (es. precedente orientamento della pianta in vivaio, ecc.) in relazione agli scopi della sistemazione. Prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi, gli arbusti e i cespugli di rilevanti dimensioni devono essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature. Si procede poi al riempimento definitivo delle buche con terra di coltivo, costipandola con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alle radici o alla zolla. Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione, sia quello definitivo, può essere effettuato, a seconda della necessità, con terra di coltivo semplice oppure miscelata con torba. Nel caso la direzione lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuato una concimazione secondaria localizzata, si deve avere cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, in modo da evitare danni per la disidratazione.

A riempimento ultimato, attorno alle piante deve essere formata una conca o bacino, per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante (minimo h. 30/pianta), onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

Nel caso di piantagioni a filare, affinché le piante crescano vigorose, dovrebbe essere mantenuta una distanza di almeno 2-2,5 metri dal bordo della strada, del marciapiede o delle case. Il rispetto di queste distanze eviterà inoltre inconvenienti quali i rialzi del marciapiede o del manto stradale. Nel caso in cui il filare sia a lato di fabbricati si dovrà tenere conto della dimensione che le piante possono raggiungere con la crescita adottando distanze opportune per evitare frequenti ed eccessivi tagli dei rami per contenere lo sviluppo della chioma.

Nel caso di impianto di alberi di giovane età laddove sia prevista la copertura con asfalto o calcestruzzo, per ridurne gli inconvenienti, è opportuno eseguire una abbondante pacciamatura con foglie prima dell'intervento. Nel caso di alberi adulti e cresciuti in terreno libero non si dovrà mai arrivare con la copertura di asfalto o calcestruzzo in prossimità del tronco, in quanto ciò provocherebbe una eccessiva sofferenza per l'apparato radicale e indurrebbe una situazione di stress per la pianta. Inoltre l'assenza di scambi gassosi della porzione di suolo sottostante provocherebbe una risalita superficiale delle radici e possibili danneggiamenti alle opere edili circostanti (rottura di marciapiedi e deformazione dell'asfalto). Il suolo in cui andrà messa la pianta dovrà avere caratteristiche il più simili possibile a quelle predilette dalla specie impiantata. L'eccessivo compattamento rende il suolo asfittico, quindi le radici non riescono più a respirare e le micorrize scompaiono. Per evitare simili problemi è opportuno intervenire con lavorazioni appropriate, apporto di sostanze ammendanti e pacciamature che danno sempre risultati soddisfacenti anche nel limitare il compattamento.

Il tutoraggio degli alberi andrà fatto solo nel caso in cui questi abbiano un apparato radicale non proporzionato alle proprie dimensioni, quindi non in grado di rendere stabile la pianta fin dall'inizio. Il fissaggio dei tutori alla pianta deve essere fatto con corde o nastri di gomma, in modo che la chioma sia sempre in grado di effettuare minime oscillazioni, e che la pianta non venga "strozzata" durante la crescita e lo sviluppo diametrico, come succede quando si usa filo di acciaio. Fare appoggiare il tutore al fusto della pianta è sbagliato in quanto può provocare ferite da sfregamento. Migliore, sia da un punto di vista estetico che meccanico, è l'ancoraggio a scomparsa messo sulla zolla. I tutori devono penetrare nel terreno sempre per almeno 20 cm.

CODICE	CAPITOLO V06 - Arredo del verde	(TIP.09)

V06 **ARREDO DEL VERDE:** fornitura e posa in opera di prodotti quali parapetti, staccionate, dissuasori paletti e rete metallica da recinzioni, etc.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Fornitura e posa in opera di staccionata e/o parapetto: si computa la lunghezza posta in opera. m

Fornitura e posa in opera di dissuasori: si computa il numero di elementi posti in opera cad

Fornitura e posa in opera di rete metallica: si computa la lunghezza posta in opera. m

Riparazione di rete metallica : si computa la superficie effettiva riparata in opera. m²

Fornitura e posa in opera di paletti in ferro: si computa il numero di elementi posti in opera Cad

DEFINIZIONE

Lavorazione finalizzata a delimitare, proteggere giardini, parchi, spazi verdi di quartiere, rotonde, aiuole spartitraffico, banchine, ecc.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

Legge "Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani" (n.10 del 14 gennaio 2013, GU n.27 dell'1 febbraio 2013, in vigore dal 16 febbraio 2013)

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La preparazione del terreno e/o dello scavo deve essere eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici o manualmente, a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto, deve prevedere la rimozione e l'allontanamento di sassi, pietre ed eventuali ostacoli che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori. il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

PARAGRAFO 7 - TIPOLOGIA 12 - STRUTTURE IN LEGNO

Produzione in stabilimenti industriali ed il montaggio in situ di strutture costituite di elementi lignei pretrattati. I prezzi sono relativi a una nuova costruzione di edilizia civile e si riferiscono a lavori con normali difficoltà di esecuzione e senza trasporti eccezionali.

Capitolo B07*– Pareti portanti in legno

Capitolo B08*– Solai in legno

Nella presente edizione della guida i capitoli contrassegnati da “ * ” si riferiscono a norme di misurazioni ed indicazioni procedurali comuni alle lavorazioni CAM.

CODICE	CAPITOLO B07 - Pareti portanti in legno	(TIP.12)

B07 **PARETI PORTANTI IN LEGNO:** qualificate secondo quanto richiesto dal paragrafo 11.1 del D.M. 17 Gennaio 2018.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pareti portanti in legno : Si computata la superficie della parete posta in opera vuoto per pieno con detrazione dei vuoti superiori a 4 mq. La parete si intende composta da uno o più pannelli e di una dimensione tale da poter essere trasportata con un trasporto normale e NON eccezionale. m²

DEFINIZIONE

Sistema strutturale realizzato in legno, posato a secco, ma con funzione di sostegno dei carichi del fabbricato, in grado di sopportare azioni verticali ed orizzontali, collegato ad altre pareti portanti e a strutture di impalcato, orizzontali ai piani ed eventualmente inclinate in copertura, e ad opere di fondazione. Le pareti portanti in legno possono essere realizzate con:

- pannelli compensato di tavole (XLAM)
- telaio in montanti e correnti di legno massello, lamellare o giuntato di abete, (tecnologia PLATFORM-FRAME)
- con sovrapposizione di travi in legno massiccio o lamellare - tecnologia blokhaus

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

CNR-DT 206/2007 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno

UNI EN 1995-1-1:2014 "Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici"

UNI EN 1995-2:2005 "Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti

UNI EN 14080:2013 - Strutture di legno - Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato - Requisiti

UNI EN 14081-1:2013 Strutture di legno - Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 1912: 2012 Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie

UNI EN 338:2009 Legno strutturale - Classi di resistenza

UNI EN 384:2010 Legno strutturale - Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica

UNI 11035-1:2010 Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

All'atto della consegna in cantiere la ditta deve dichiarare l'origine dei materiali. Successivamente deve qualificarli secondo quanto stabilito nelle NTC vigenti.

L'assemblaggio degli elementi (singoli pannelli) in legno strutturale deve sempre avvenire secondo quanto previsto dal progetto esecutivo allegato alla fornitura e secondo le prescrizioni in esso contenute, tali da garantire in opera il comportamento strutturale previsto. In nessun caso devono essere apportati in cantiere tagli o sagomature tali da alterare il comportamento dell'elemento strutturale rispetto a quanto previsto a progetto.

Prima della messa in opera degli elementi in legno strutturale, deve essere verificata la corretta posa degli elementi metallici ed accessori vari predisposti nei getti strutturali (contropiastre, tirafondi, etc.), ed il rispetto di misure, quote ed eventuali tolleranze indicate nei progetti esecutivi.

I chiodi devono essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno strutturale. Di regola si devono utilizzare chiodi zigrinati per collegamenti di tipo strutturale. Bulloni e viti devono essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati. L'eventuale successiva manutenzione periodica prevedrà, se necessario, di stringere ulteriormente i bulloni quando il legno avrà raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio o per fenomeni di assestamento. Le rondelle poste sotto la testa ed il dado devono appoggiare sul legno per tutta la loro superficie. I connettori "a caviglia" devono essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti. Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti devono essere pressati fino al completo inserimento del legno.

Le strutture in legno possono essere appoggiate direttamente su di una platea di fondazione in c.a. o su di un solaio. Sulla soletta al grezzo o sulla platea di fondazione si deve realizzare, ove necessario, un getto di livellamento sul quale si posa una guaina impermeabile, al fine di evitare il contatto diretto tra la trave "dormiente" di appoggio e la soletta in c.a.. Fissaggi meccanici provvedono a solidarizzare il dormiente con la struttura sottostante.

Oltre alla guaina viene posizionato un ulteriore strato di gomma con la duplice funzione di impedire il passaggio dell'aria attraverso le zone di contatto e di lavorare come smorzatore acustico; quest'ultimo viene utilizzato anche in tutte le zone di contatto fra pareti ortogonali e fra pareti e solaio.

Le pannellature in legno (XLAM) che costituiscono le pareti portanti dell'edificio vengono poste in opera con gru o con mezzi speciali, a seconda delle dimensioni.

Prima del posizionamento vengono predisposte le piastre di collegamento secondo indicazioni del progettista strutturale. A seguito del posizionamento del pannello, le piastre vengono inchiodate e viene registrato il perno di base che costituisce il principale fissaggio tra solaio e piastra.

La sezione della piastra di ancoraggio è variabile a seconda dei calcoli di progetto. In aggiunta, sul lato superiore della trave viene generalmente posto un nastro in materiale comprimibile con funzione di ripartitore e regolarizzatore del carico del pannello.

Una volta posizionati i pannelli-parete di una porzione del fabbricato, avviene la posa dei pannelli-solaio, con spessori dimensionati a seconda dei carichi di progetto.

Una volta scaricati in cantiere i pannelli XLAM se non posti in opera subito, vanno comunque protetti dagli agenti atmosferici, dalla forte esposizione ai raggi solari e dal contatto con l'acqua. Durante la movimentazione bisogna prestare particolare attenzione alle aree più delicate, quali spigoli e scanalature, evitando che i pezzi riportino ammaccature, entrino in contatto con sporco o impurità, ecc. Per le superfici che in seguito resteranno a vista è consigliabile e opportuno provvedere ad un'adeguata copertura con teli, cartone o simili per tutta la durata dei lavori.

Il sistema PLATFORM-FRAME prevede la costruzione di un'intelaiatura portante in travi e pilastri di legno abete, le pareti non sono più elementi adibiti a resistere a sollecitazioni meccaniche ma bensì fungono solo ed esclusivamente da tamponamento.

CODICE	CAPITOLO B08 – Solai in legno	(TIP.12)

B08 **SOLAI IN LEGNO:** qualificati secondo quanto richiesto dal paragrafo 11.1 del D.M. 17 Gennaio 2018

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Solai in legno: Si computata la superficie del solaio posta in opera m²

DEFINIZIONE

Sistema strutturale realizzato in legno, posato a secco, ma con funzione di sostegno dei carichi del fabbricato, in grado di sopportare azioni verticali ed orizzontali, collegato ad altre pareti portanti e a strutture di impalcato, orizzontali ai piani ed eventualmente inclinate in copertura, e ad opere di fondazione. I solai in legno possono essere realizzate con:

- In legno costituiti da pannelli compensato di tavole (XLAM)
- A telaio in correnti e traversi di legno massello, lamellare o giuntato di abete, (tecnologia PLATFORM-FRAME)
- in legno lamellare a pannelli pieni accostati con incastro maschio-femmina o battentatura

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

CNR-DT 206/2007 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno

UNI EN 1995-1-1:2014 "Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici"

UNI EN 1995-2:2005 "Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti

UNI EN 14080:2013 - Strutture di legno - Legno lamellare incollato e legno massiccio incollato - Requisiti

UNI EN 14081-1:2013 Strutture di legno - Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 1912: 2012 Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie

DIN 4074-1 Classificazione del legno in base alla resistenza – Parte prima: Legno di Conifera

UNI EN 338:2009 Legno strutturale - Classi di resistenza

UNI EN 384:2010 Legno strutturale - Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica

UNI 11035-1:2010 Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per i solai si rimanda a quanto scritto per l'accettazione dei materiali scritta nel paragrafo delle pareti in legno.

I solai a pannelli in legno vengono posti in opera con gru o con mezzi speciali, a seconda delle dimensioni.

Una volta posizionati i pannelli-parete di una porzione del fabbricato, avviene la posa dei pannelli-solaio, con spessori dimensionati a seconda dei carichi di progetto.

La messa in opera dei solai avviene attraverso il medesimo principio costruttivo delle pareti, anche gli elementi orizzontali saranno costituiti in pannelli di X-LAM e verranno appoggiati e vincolati alle pareti tramite staffe speciali ad angolo retto, dimensionate nello spessore e nella superficie, in base alle esigenze statiche e strutturali (sono previste fissaggio del tipo "doppio hold down" e o bande forate).

PARAGRAFO 8 - TIPOLOGIA 14 - OPERE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO: PALI, MICROPALI, DIAFRAMMI E PALANCOLE, TIRANTI, TRATTAMENTI COLONNARI E GABBIONATE

I prezzi sono relativi ai cantieri presenti nella tipologia a cui appartiene il lavoro svolto; sono compresi il riempimento con idoneo conglomerato, ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte. Sono esclusi il trasporto dei rifiuti agli impianti autorizzati ai fini del loro recupero o del loro smaltimento, i costi di accesso per il loro conferimento e gli eventuali tributi. Sono compresi la fornitura dell'armatura metallica e dell'eventuale controcamicia di lamierino da conteggiarsi a parte, oltre le prove di carico.

Capitolo R01 – PALI TRIVELLATI

Capitolo R02 – PALI TRIVELLATI CON ELICA CONTINUA

Capitolo R04 – MICROPALI

Capitolo R05 – DIAFRAMMI CONTINUI

Capitolo R06 – DIAFRAMMA AD ELEMENTI - PALANCOLE

Capitolo R07 – TIRANTI

Capitolo R08 – GABBIONATE

Capitolo R09 – MURI IN C.A., TERRE ARMATE E TERRAPIENI RINFORZATI

Capitolo R10 – TRATTAMENTI COLONNARI

CODICE	CAPITOLO R01 - Pali trivellati	(TIP.14)

R01 **PALI TRIVELLATI**

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pali: la misurazione viene eseguita dal fondo del foro fino al piano di m
campagna o fino all'intradosso della struttura di fondazione.

DEFINIZIONE

PALI TRIVELLATI: Pali gettati in opera con asportazione di terreno. Si parla genericamente di pali trivellati poiché il foro può essere scavato con una benna o con speciali trivelle o sonde a percussione. Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione con sviluppo lineare verso il basso rispetto al piano del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La costruzione di un palo trivellato avviene in due fasi:

- Esecuzione del foro mediante asportazione del terreno
- Riempimento del foro mediante calcestruzzo semplice o armato

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati è eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

La perforazione per i pali trivellati, con asportazione del terreno, è eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano, previa approvazione della Direzione dei Lavori.

Deve comunque essere assicurato in maniera idonea il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei micropali può essere soggetta.

Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

La scelta del tipo di bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Il dosaggio di bentonite, in peso, deve risultare di norma compreso fra il 4 ed il 7%. Variazioni in più o in meno saranno stabilite, in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione. L'impianto di preparazione del fango sarà costituito da:

- dosatori;
- mescolatori automatici;
- silos di stoccaggio della bentonite in polvere;
- vasche di agitazione, maturazione e stoccaggio del fango fresco prodotto;
- relative pompe e circuito di alimentazione e di recupero fino agli scavi;
- vasche di recupero
- dissabbiatori
- vasca di raccolta della sabbia e di sedimentazione del fango non recuperabile.

Il fango verrà attenuto miscelando, fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua dolce di cantiere
- bentonite in polvere
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone...)

Dopo la miscelazione la sospensione verrà immessa nelle apposite vasche di "maturazione" del fango, nelle quali essa dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima di essere impiegata per la perforazione. Di norma la maturazione richiede da 6 a 12 ore. Sul fango bentonitico saranno eseguite, con la frequenza e le modalità indicate sulla Specifica di Controllo Qualità definita dal Progettista, le prove di controllo atte a determinare i parametri di progetto.

L'infissione del tubo-forma deve, in ogni caso precedere lo scavo.

Raggiunta la quota fissata per la base del palo, il fondo deve essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.

Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso deve essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dell'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima tra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.) sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

La perforazione a secco senza rivestimento non è di norma ammessa, salvo ed esclusivamente, previa comunicazione alla Direzione lavori.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi e per conseguire un adeguato immorsamento in sub-strati di roccia dura si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e comunque dotati alla sommità di un anello di forma adeguata per la guida dell'utensile. In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera della gabbia, pre-assemblata, in conformità con le seguenti specifiche. Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali. I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti. L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza appoggiarla sul fondo del foro. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 3 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6 cm rispetto al diametro nominale del foro. Le gabbie d'armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

Il getto del conglomerato cementizio non può essere eseguito precipitando il medesimo nel cavo direttamente dalla bocca del foro. I sistemi di getto devono essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alterarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto. Il foro viene riempito di calcestruzzo utilizzando uno strumento a tramoggia che consente il riempimento del foro dal basso verso l'alto con un tubo di convogliamento, oppure mediante apposite trivelle che sono in grado di iniettare direttamente la malta cementizia portando così in superficie i detriti. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato. Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20-30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando altresì la segregazione della malta degli inerti. Il getto del calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno $0,5 \div 1,0$ m al di sopra delle quote di progetto della testa del palo per consentire di eliminare la parte superiore del progetto (scapitozzatura).

I pali trivellati possono avere una tolleranza del 5% del diametro nominale.

Il collegamento alla fondazione o alle sovrastanti strutture portanti deve avvenire mediante inglobamento della testa del palo entro la struttura di fondazione superficiale permettendo così l'assorbimento di eventuali azioni di momento e/o carico di punta.

CODICE	CAPITOLO R02 - Pali trivellati con elica continua	(TIP.14)

R02 **PALI TRIVELLATI CON ELICA CONTINUA**

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Pali: la misurazione viene eseguita dal fondo del foro fino al piano di m
campagna o fino all'intradosso della struttura di fondazione.

DEFINIZIONE

PALI TRIVELLATI CON ELICA CONTINUA (palo C.F.A. (Continuos Flight Auger): Pali gettati in opera con asportazione di terreno, realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate. L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo. Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione con sviluppo lineare verso il basso rispetto al piano del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

I pali trivellati ad elica continua sono una variante dei pali trivellati. Le fasi esecutive prevedono lo scavo del palo tramite infissione di un'elica continua assemblata su un'asta centrale cava e chiusa alla base con un dispositivo che impedisce l'entrata di terreno ed acqua durante lo scavo. Raggiunta la profondità desiderata, avviene il getto del calcestruzzo attraverso l'asta cava mediante una pompa ed estraendo progressivamente l'asta facendo roteare l'elica in senso inverso. Il calcestruzzo in pressione forza il dispositivo di chiusura alla base della trivella, e quindi riempie il vuoto, man mano che la trivella viene estratta. In questo modo, le pareti dello scavo sono continuamente sostenute, prima

dalle spirali dell'elica e dal terreno che si trova fra di esse, e poi dal calcestruzzo che forma il palo. Ad estrazione completata si può procedere alla posa della gabbia d'armatura.

Le armature hanno normalmente una lunghezza variabile da 6 a 13 m. Consistono di 6 o più barre di acciaio di diametro non inferiore a 20 mm.

Le staffe, di diametro minimo di 8 mm, vengono assemblate e saldate alle barre longitudinali ogni 200 mm per formare una gabbia rigida.

Le staffe sono una caratteristica particolare di queste gabbie: quando l'inserimento dell'armatura all'interno dei pali è difficoltosa (lunghezze superiori a 9 metri), le gabbie possono essere soggette alla necessità di resistenza a pressioni o vibrazioni e quindi devono essere il più possibile rigide. Le staffe pertanto devono essere ben saldate ai ferri longitudinali.

CODICE	CAPITOLO R04 - Micropali	(TIP.14)

R04 **MICROPALI:** eseguiti con il sistema di perforazione in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compreso l'attraversamento di trovanti rocciosi o relitti di muratura, compreso il riempimento con idoneo conglomerato; sono compresi inoltre nolo, trasporto, montaggio e smontaggio dell'attrezzatura necessaria.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Micropali: la misurazione viene eseguita dal fondo del foro fino al piano di campagna o fino all'intradosso della struttura di fondazione. m

DEFINIZIONE

MICROPALI: Si definiscono micropali, i pali trivellati aventi diametro ≤ 300 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio. Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione con sviluppo lineare verso il basso rispetto al piano del terreno, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'esecuzione dei micropali avviene in tre fasi distinte: inizialmente viene eseguita la perforazione liberando il foro dai detriti con l'ausilio di fanghi bentonitici che sostengano la parete del foro stesso; a perforazione ultimata viene calata la gabbia o i tubi d'acciaio che costituiscono l'armatura del palo; una volta posta in opera l'armatura si procede alla cementificazione del foro tramite malta di cemento e sabbia opportunamente miscelata per garantirne l'omogeneità.

Lo scavo per la costruzione dei micropali trivellati è eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo.

La perforazione per i micropali trivellati, con asportazione del terreno, è eseguita con il sistema più adatto alle condizioni che di volta in volta si incontrano, previa approvazione della Direzione dei Lavori.

Deve comunque essere assicurato in maniera idonea il sostegno delle pareti dello scavo, in dipendenza della natura del terreno e delle altre condizioni cui l'esecuzione dei micropali può essere soggetta.

Di norma le perforazioni sono quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile. I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua
- fanghi bentonitici
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavoro.

Previo comunicazione alla Direzione Lavori può essere adottato la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici. La perforazione "a secco" senza rivestimento non è di norma ammessa. La perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso in acqua nel foro.

La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovraconsolidati. Nel caso di impiego della roto-percolazione, sia mediante martello a fondo-foro che mediante dispositivo di battuta applicati alla testa di rotazione, l'Impresa Esecutrice deve assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni.

L'infissione del tubo-forma deve, in ogni caso precedere lo scavo.

Raggiunta la quota fissata per la base del micropalo, il fondo deve essere accuratamente sgombrato dai detriti di perforazione, melma, materiale sciolto smosso dagli utensili di perforazione, ecc.

Il getto del conglomerato cementizio non può essere eseguito precipitando il medesimo nel cavo direttamente dalla bocca del foro. I sistemi di getto devono essere in ogni caso tali da non danneggiare l'armatura né alternarne la posizione, rispetto ai disegni di progetto.

L'armatura metallica può essere costituita:

- da un tubo senza saldature;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armatura costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata (a.m.) e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirale continua in tondo a.m. o liscio.

Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso deve essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del micropalo.

Le armature devono soddisfare le prescrizioni delle normative di riferimento per le costruzioni in cemento armato ed essere conformi al progetto. I tubi devono essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. I profilati devono essere costituiti da elementi unici. Sono ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di

lunghezze superiori ai valori degli standards commerciali ($12 \div 14$ metri). Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei micropali saranno costituite da staffe o da una spirale in tondino, esterne ai ferri longitudinali: I micropali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza. Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro e/o morsetti: Le gabbie di armatura, all'atto della messa in opera, dovranno essere perfettamente pulite ed esenti di ruggine: Le armature saranno dotate di opportuni distanziatori atti a garantirne la centratura nel foro con un copriferro netto minimo di 4 cm rispetto al diametro nominale del foro.

I micropali trivellati possono avere una tolleranza del 5% del diametro nominale.

Nei micropali prefabbricati per l'infissione si tiene conto soltanto della parte effettivamente infissa.

Il collegamento alla fondazione o alle sovrastanti strutture portanti deve avvenire mediante inglobamento della testa del micropalo entro la struttura di fondazione superficiale permettendo così l'assorbimento di eventuali azioni di momento e/o carico di punta.

CODICE	CAPITOLO R05 - Diaframmi continui	(TIP.14)

R05 DIAFRAMMI CONTINUI

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Diaframmi: si computa la lunghezza posta in opera. m²

DEFINIZIONE

DIAFRAMMI CONTINUI: o anche chiamati "pareti gettate nel terreno" , si possono assimilare a una parete continua o a un muro verticale di profondità e larghezza variabile realizzato nel sottosuolo. Vengono utilizzati per risolvere problemi di natura idraulica (impermeabilità) e per risolvere problemi di natura statica, generalmente di sostegno del terreno.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella esecuzione dei diaframmi devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a realizzare l'opera conformemente ai requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda il rispetto della verticalità e la impermeabilità dei giunti. Le attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo devono essere definite dall'Impresa Esecutrice in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto, l'attraversamento di eventuali strati di terreno lapidei o cementati, l'immorsamento del substrato roccioso, etc. La distanza minima fra gli assi di due scavi attigui, in corso, appena ultimati o in corso di getto, deve essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo..) è necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto. La perforazione a secco senza fanghi di stabilizzazione non è di norma ammessa, salvo, e previa informazione della Direzione Lavori.

Le dimensioni delle benne mordenti devono corrispondere alle dimensioni nominali dei pannelli da scavare, a meno di prevedere lo scavo di pannelli multipli. Le benne mordenti possono essere a funzionamento idraulico o meccanico.

Lo scavo con benna mordente è eseguito in presenza di fango bentonitico in quiete.

Durante la perforazione, il livello del fango deve costantemente essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro. Nel caso di improvviso franamento, con o senza perdita di fango bentonitico, lo scavo deve essere immediatamente riempito con calcestruzzo magro. Durante l'esecuzione dello scavo devono essere presi tutti gli accorgimenti ragionevoli al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo. Al termine della perforazione si deve procedere all'accurata rimozione dei detriti rimasti sul fondo nonché alla sostituzione parziale od integrale del fango per ricondurlo alle caratteristiche prescritte per l'esecuzione del getto.

Completata la perforazione si provvede alla posa in opera delle gabbie preassemblate, costruite in conformità con le specifiche tecniche vigenti.

Prima del getto si provvede alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori di contenuto in sabbia. Il getto di calcestruzzo deve avvenire impiegando il tubo di convogliamento. Il tubo di convogliamento è posto in opera arrestando il suo piede a 30 – 60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazioni/dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si dispone entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo. Durante il getto il tubo convogliatore viene opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20 , 30 cm in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo. Il tubo di convogliamento deve essere accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2,5 metri e massima di 6 metri. In presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto, questi devono essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita uniforme del calcestruzzo. Per nessuna ragione il getto deve venire sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto deve essere proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango di bentonite.

CODICE	CAPITOLO R06 - Diaframma ad elementi - palancole	(TIP.14)

R06 DIAFRAMMA AD ELEMENTI - PALANCOLE

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Palancole: si computa la superficie della palancolata infissa m²

DEFINIZIONE

DIAFRAMMA AD ELEMENTI - PALANCOLE: elementi prefabbricati isolati infissi nel terreno e a contatto tra di loro. Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente ad U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare un'opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata. Le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi; in questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante l'impiego di un vibratore. Le palancole possono essere impiegate anche per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'applicazione della palanca per vibrazione, anche detta a vibro infissione, si realizza con una testa vibrante, con pesi eccentrici azionati in rotazione da un motore elettrico o idraulico, appesa ad un auto gru a fune o sul braccio di un escavatore idraulico, che ammorza la palanca per via di una pinza idraulica (morsa). Il vibroinfissore mette la palanca in agitazione/vibrazione; le vibrazioni sono trasmesse dalla testa vibrante alla palanca che le trasmette a sua volta sul terreno intorno alla palanca. La coesione delle particelle del terreno è vinta dalla vibrazione, il terreno quindi si sgretola e la palanca scende nel terreno per peso proprio. Per l'estrazione, le vibrazioni vincono sull'attrito laterale del terreno e sulla resistenza ai gargami delle palancole. La forza dell'autogrù compie lo sfilaggio -svellimento-estrazione della palanca.

CODICE	CAPITOLO R07 - Tiranti	(TIP.14)

R07 TIRANTI

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Tiranti: si computa la lunghezza posta in opera. m

DEFINIZIONE

TIRANTI: Si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata). I tiranti vengono distinti in:

- Tiranti passivi: nei quali la sollecitazione di trazione nasce quale reazione a seguito di una deformazione dell'opera ancorata;
- Tiranti attivi: nei quali la sollecitazione di trazione è impressa in tutto o in parte all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

In relazione alla durata di esercizio i tiranti vengono distinti in:

- Tiranti provvisori: la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato;
- Tiranti permanenti: la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La perforazione deve essere eseguita mediante sonda a rotazione o roto-percussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi. Per la circolazione del fluido di perforazione sono utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente. Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo foro si utilizzano compressori di adeguata potenza.

Completata la perforazione si deve provvedere a rimuovere i detriti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa circolazione. Ultimata la rimozione dei detriti si deve provvedere ad effettuare le operazioni che seguono:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione)
- introduzione del tirante
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno)
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volume controllati
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento
- prove di carico di collaudo
- tensionamento del tirante
- iniezione della parte libera protezione della testata.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno deve essere eseguita in due o più fasi. Deve essere utilizzata una miscela cementizia (boiacca di cemento) conforme alla normativa vigente. La prima fase consiste nella "cementazione" utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi. Completata l'iniezione cementizia si deve provvedere a lavare con acqua il cavo interno del bulbo di iniezione. Successivamente si devono eseguire le iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio. L'iniezione deve essere eseguita utilizzando portate con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno.

I tiranti in barre a filettatura continua costituiscono un sistema attivo secondo le norme DIN 4125 e EN 1537. Per le perforazioni dei tiranti in barre valgono le precedenti prescrizioni ; nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si deve provvedere a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura
- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento
- eventuali prove di carico di collaudo
- tensionamento della barra

Per le iniezioni cementizie dei tiranti in barre valgono le precedenti prescrizioni.

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL:PP: 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti: per i bulloni si farà riferimento al D.M. del 14 febbraio 1992 N. 55 - parte II -2.5

CODICE	CAPITOLO R08 - Gabbionate	(TIP.14)

R08 **GABBIONATE:** tutti i materiali composti con rete metallica a doppia torsione dovranno essere conformi alle “Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione” emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n.69 reso nell’adunanza del 2 luglio 2013.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

gabbionata con gabbioni a scatola in rete metallica: si computa il volume dei gabbioni posti in opera. m³

DEFINIZIONE

GABBIONATE: Opere di sostegno a gravità che hanno funzione di contenere e contrastare le spinte provocate dal terreno. I gabbioni sono strutture scatolari realizzate in rete metallica con maglia esagonale a doppia torsione 8x10 tessuta con filo di ferro galvanizzato a caldo con rivestimento il lega Zinco-Alluminio (protezione a lunga durabilità).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

“Linee Guida per la certificazione di idoneità tecnica all’impiego e l’utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione” emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., con parere n.69 reso nell’adunanza del 2 luglio 2013.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L’ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'esecuzione di una gabbionata va suddivisa in due fasi: una prima fase nella quale si prepara la scatola, se possibile fuori opera, legando e cucendo le pareti con un doppio giro di filo ogni due maglie; successivamente si pongono in opera un certo numero di armature metalliche, collocate nella giusta posizione, per poi procedere, in una seconda fase, al loro riempimento con inerte di dimensioni non inferiori, in ogni direzioni, a 15 cm. Il paramento esterno deve essere realizzato con bozze di pietra squadrata in modo da risultare sistemato come un muro a secco e senza spazi vuoti. Durante il riempimento si dovranno disporre all'interno della scatola, un certo numero di tiranti, mediamente da 4 a 6 ogni metro cubo di gabbionata, aventi la funzione di rendere solidali tra loro le pareti opposte dell'armatura.

L’inerte deve essere posato in modo tale da garantire il raggiungimento delle corrette caratteristiche di peso, porosità e forma della struttura.

CODICE	CAPITOLO R09 - Muri in c.a., terre armate e terrapieni rinforzati	(TIP.14)

R09 MURI IN C.A., TERRE ARMATE E TERRAPIENI RINFORZATI: fornitura e posa di opere di sostegno a gravità (muri e gabbionate), in cemento armato (muri a mensola, muri a contrafforti e speroni), terre armate e paratie (palancole e diaframmi) compresi trasporti, cali e sollevamento dei materiali, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

muro di sostegno prefabbricato: si computa la lunghezza del muro posto in opera. m

struttura per terre armate in pannelli prefabbricati: si computa la superficie esterna della struttura. m²

terrapieno rinforzato a paramento inclinato: si computa la superficie esterna. m²

DEFINIZIONE

Opere che hanno funzione di contenere e contrastare le spinte provocate dal terreno.

MURI DI SOSTEGNO: fanno parte della categoria più ampia delle “opere di sostegno della terra”, ossia elementi in grado di contenere la terra verticalmente o comunque secondo pendenze superiori all’angolo di natural declivio. La loro presenza è spesso necessaria in rilevati stradali o quando si intende realizzare scavi di una certa altezza.

TERRE ARMATE e TERRAPIENO RINFORZATO: sistema a basso impatto ambientale per la realizzazione di rilevati in terra e muri con scarpate "faccia verde" stabili a pendenze fino a 80°.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

La realizzazione di un muro di sostegno si effettua previa preparazione del piano di posa, mediante sbancamento e scavo a sezione obbligata fino alla quota d'imposta, dopodiché i pannelli vengono agganciati e sollevati in modo da poterli posizionare affiancati nella giusta collocazione; le armature di ripartizione della fondazione vengono assemblate successivamente alla posa; in seguito viene realizzato il getto di fondazione; al termine della stagionatura del calcestruzzo si può procedere al rinterro del terrapieno interno.

Nell'esecuzione della terra armata si deve avere cura che:

- il terreno deve essere caratterizzato da un coefficiente d'attrito con le armature generalmente non inferiore a 0,35. A tal fine devono essere esclusi i terreni argillosi (con percentuale di fine superiore al 15%) e quelli organici, ed occorre verificare che non vi siano agenti aggressivi per le armature e/o per le pareti. Il terreno è messo in opera per strati orizzontali successivi compattati, di spessore dell'ordine di 30 cm, sino ad una costipazione non inferiore al 95% dello Standard Proctor;
- le armature devono essere flessibili, resistenti a trazione, con elevato coefficiente d'attrito e non corrodibili. Spesso consistono in strisce d'acciaio, galvanizzato o inossidabile, o di lega d'alluminio, di larghezza compresa tra 4 e 12 cm. Sono anche utilizzate, come armature, le geogriglie estruse in HDPE. Le armature sono poste perpendicolari ed agganciate al paramento, e disposte orizzontalmente sullo strato di terreno compattato in opera;
- il paramento verticale, che costituisce la parte a vista del muro, deve potersi adattare alle deformazioni dell'ammasso. A tal fine sono utilizzati profilati metallici d'acciaio galvanizzato o d'alluminio, a sezione sottile di forma semi ellittica, o bullonati fra loro e con le armature, oppure pannelli prefabbricati di calcestruzzo, di dimensioni 1,5 x 1,5 m, incernierati l'uno con l'altro, in modo da poter subire senza danno sensibili movimenti oppure ancora casseri in rete elettro-saldata e geogriglie, con inerbimento del paramento stesso, al fine di ridurre l'impatto visivo e ambientale dell'opera;
- in prossimità del paramento si consiglia il riempimento con terreno vegetale, al fine di creare le condizioni ottimali per l'attecchimento e la permanenza del cotico erboso.

CODICE	CAPITOLO R10 – Trattamenti Colonnari	(TIP.14)

R10 **TRATTAMENTI COLONNARI:** Formazione di colonne di terreno consolidato con procedimento jet-grouting verticali o subverticali, tra loro compenstrate o non, di diametro medio reso dipendente dalla natura del terreno, eseguite mediante introduzione a rotazione di aste di perforazione di diametro opportuno e comunque non superiore a 150 mm, che vengono ritirate e ruotate a velocità prefissata iniettando attraverso appositi ugelli ad altissima pressione (300-450 ATM) la miscela disagregante e cementante, con procedimento MONOFLUSSO (miscela cementizia) o BIFLUSSO (miscela cementizia ed aria) onde ottenere lungo tutta la colonna una resistenza a compressione di terreno consolidato non inferiore a 10 N/mm², compresi trasporti, cali e sollevamento dei materiali, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Per colonne di terreno consolidato con procedimento MONOFLUSSO (miscela cementizia) DIAMETRO DEL RESO 60 CM: La misura si intende computata a partire dalla massima profondità dall'utensile sino alla quota superiore del trattamento posto in opera. Resta esclusa l'eventuale fornitura e posa di armatura, lo scavo a vuoto e lo smaltimento dei materiali di risulta. m

Per colonne di terreno consolidato con procedimento MONOFLUSSO (miscela cementizia) o BIFLUSSO (miscela cementizia ed aria) DIAMETRO DEL RESO 100 CM: La misura si intende computata a partire dalla massima profondità dall'utensile sino alla quota superiore del trattamento posto in opera. Resta esclusa l'eventuale fornitura e posa di armatura, lo scavo a vuoto e lo smaltimento dei materiali di risulta. m

Per colonne di terreno consolidato con procedimento BIFLUSSO (miscela cementizia ed aria) DIAMETRO DEL RESO 150 CM: La misura si intende computata a partire dalla massima profondità dall'utensile sino alla quota superiore del trattamento posto in opera. Resta esclusa l'eventuale fornitura e posa di armatura, lo scavo a vuoto e lo smaltimento dei materiali di risulta. m

DEFINIZIONE

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne, ottenute tramite la formazione di colonne di terreno consolidato con procedimento jet-grouting verticali o subverticali, tra loro compenstrate. Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in sito con leganti cementizi, iniettati a pressioni elevate (40 - 60 MPa) con l'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi). Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disagregazione opportunamente corredato di ugelli di iniezione. Per effetto della rotazione

dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.). Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici. L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riperforando le colonne con miscele cementizie aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

TRATTAMENTI COLONNARI Il trattamento dei terreni mediante jet grouting avviene con la perforazione dello e di seguito estraendo l'asta con l'iniezione ad alta pressione di una o più miscele fluide che rimaneggiano e cementano il terreno in sede. Nella sua applicazione tradizionale, con questa tecnica si realizzano volumi di terreno trattato approssimativamente cilindrici. Nella sua versione classica, il trattamento si articola in due fasi successive di perforazione e di iniezione dei fluidi in risalita.

I procedimenti attualmente in uso, denominati in modo diverso, possono essere classificati in tre categorie generali: monofluido, bifluido (trifluido non trattato in questo capitolo).

Il sistema monofluido è il più semplice, è ancora largamente in uso. Con questo sistema si effettua una perforazione di piccolo diametro (fino a 150 mm). Nella fase di trattamento, dagli ugelli laterali si inietta un unico fluido (miscela acqua-cemento con eventuali additivi) che assolve alle funzioni di rimaneggiamento, permeazione e cementazione del terreno.

Nel sistema bifluido, durante la fase di trattamento in risalita l'insieme degli ugelli permette l'iniezione contemporanea di miscela cementizia ed aria compressa. In particolare, l'aria compressa viene espulsa attraverso un ugello a forma di corona circolare, coassiale a quello preposto all'iniezione della miscela cementizia, in modo che il getto di miscela risulti circondato da un "anello" di aria compressa che limita la dispersione del getto stesso, incrementandone l'efficienza idrodinamica e quindi il raggio d'azione.

PARAGRAFO 9 - TIPOLOGIA 16 - OPERE DI DIFESA DEL SUOLO

I prezzi sono relativi ad interventi strutturali finalizzati alla riduzione della pericolosità idraulica e della pericolosità geomorfologica, suddivisi in opere idrauliche e di consolidamento, con lavorazioni non effettuate nel demanio marittimo. Tra le opere idrauliche, sono ricompresi gli argini, le opere per la riduzione delle portate (serbatoi di piena, casse di espansione, scolmatori e diversivi), le opere di controllo del trasporto solido (briglie di trattenuta, ...) e le opere di difesa dall'erosione (protezioni di sponda, opere repellenti, rivestimenti, briglie e traverse). Tra le opere di consolidamento sono comprese l'esecuzione di pali, di palificate e muri di sostegno, di ancoraggi, di sistemi di drenaggio delle acque. Sono ricomprese tra le opere di difesa del suolo anche quelle realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica, ovvero opere di ingegneria che utilizzano materiali costruttivi vivi (piante e parti di esse), da soli o in combinazione con materiali inerti.

Capitolo A03 - Demolizioni, tagli e rimozioni

Capitolo A04 - Scavi

Capitolo A05 – Rilevati e ringrossi arginali

Capitolo B04 – Calcestruzzi

Capitolo B11 – Opere di sostegno e contenimento

Capitolo D05 – Impermeabilizzazioni

Capitolo E03 – Rivestimenti

Capitolo E08 – Recinzioni

Capitolo E09 – Sistemazioni superficiali del terreno

Capitolo F07 – Drenaggi

CODICE	CAPITOLO A03 - Demolizioni, tagli e rimozioni	(TIP.16)

A03 **DEMOLIZIONI, TAGLI E RIMOZIONI:** interventi di demolizione, tagli e rimozione di vegetazione erbacea ed arbustiva, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi i costi di accesso per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero o del loro smaltimento e gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Taglio della vegetazione erbacea ed arbustiva: si computa la superficie lavorata. m²

Taglio di piante di alto fusto: si computa la pianta tagliata cad

DEFINIZIONE

Taglio della vegetazione erbacea e arbustiva: sfalcio e taglio raso di tutta la vegetazione erbacea e di diametro superiore a 5 cm ed inferiore a 15 cm a 1,30 m dal suolo, presente nell'area di intervento, effettuato con mezzi meccanici (attrezzatura diserbo-decespugliatrice).

Taglio di piante di alto fusto: taglio selettivo di una quota di piante di diametro superiore a 15 cm a 1,30 m dal suolo (esemplari anche isolati) , presente nell'area di intervento, effettuato con mezzi meccanici (motosega).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L.R. 21 marzo 2000 n. 39 Legge forestale della Toscana

DPGR 8 AGOSTO 2003 N.48/R Regolamento forestale della Toscana

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Le operazioni di sfalcio e decespugliamento consistenti nel taglio della vegetazione infestante costituita da erbe palustri, canne, rovi, arbusti il cui tronco abbia diametro misurato da terra inferiore a 15 cm presente nell'alveo del corso d'acqua, sulle sponde, sulle eventuali banche, sugli argini e nelle pertinenze idrauliche saranno eseguite con mezzi meccanici e/o manuali.

I lavori di decespugliamento meccanica dovranno essere eseguiti con mezzi cingolati o gommati, dotati di braccio adeguato alle lavorazioni richieste ed opportunamente munito di apparato falciante o tritillante conforme alle vigenti disposizioni di legge. Dovranno essere completamente eliminati i cespugli, i rampicanti, gli arbusti e gli alberelli il cui tronco abbia diametro inferiore a 15 cm, se necessario con due passate in senso opposto della ruspa o mezzo prescelto, oppure con una sola passata e con la presenza di un manovale incaricato di tagliare le piante piegate dal **macchinario**. In

occasione di canneti o comunque di vegetazione particolarmente sviluppata le passate dovranno essere minimo tre.

Per i lavori su sponde fluviali e scarpate dovranno essere realizzate adeguate vie di accesso. Successivamente all'allestimento del cantiere e alla ripulitura e decespugliamento dell'area si procede all'abbattimento delle piante selezionate. Si individua la più idonea direzione di caduta della pianta e, conseguentemente, la zona di massima pericolosità e le vie di eventuale fuga. L'operatore con l'impiego di motosega procede, nell'ordine, al taglio di eventuali contrafforti del fusto, all'esecuzione della tacca di direzione e successiva verifica della stessa, al taglio di abbattimento vero e proprio adottando, di volta in volta, le specifiche regole di buona tecnica dell'abbattimento previste in relazione alle diverse caratteristiche della pianta (inclinazione della pianta, presenza di alterazioni del legno, entità del diametro del fusto, pianta appollaiata etc.). Sempre con l'impiego della motosega e di strumenti da taglio e tenuto conto delle regole tecniche specifiche l'operatore procede alla sramatura, cioè al taglio dei rami dapprima lungo le parti laterali e superiore del fusto abbattuto e, dopo aver provveduto a girare il fusto, lungo la parte precedentemente rivolta verso il terreno. Con la depezzatura l'operatore, mediante l'impiego di motosega, divide il fusto della pianta in pezzi di lunghezza variabile a seconda degli assortimenti ritraibili. L'operazione richiede specifiche regole tecniche in relazione alla posizione del tronco (tronco appoggiato, tronco a sbalzo, tronco appoggiato al centro, tronco appoggiato agli estremi).

Al termine dei lavori i cantieri devono essere tempestivamente smantellati e deve essere effettuato lo sgombero e lo smaltimento dei materiali utilizzati e dei rifiuti prodotti per la realizzazione delle opere, evitando la creazione di accumuli permanenti in loco; nell'occasione devono essere allontanati anche i rifiuti di altra origine eventualmente presenti nell'area.

L'alimentazione del carburante ed il rabbocco dei lubrificanti devono avvenire a distanza di sicurezza dal corso d'acqua e le aree di sosta devono essere dotate di tutti gli appositi sistemi di raccolta dei liquidi provenienti da sversamento accidentale.

Per il controllo della vegetazione presente nei corsi d'acqua è sconsigliato l'uso di diserbanti, come pure l'abbruciamento della vegetazione di qualsiasi specie, forma e portamento.

CODICE	CAPITOLO A04 - Scavi	(TIP.16)

A04 **SCAVI:** compresi gli oneri per la rimozione di trovanti rocciosi e/o relitti di murature fino a m3 0,50; lo spianamento del fondo di scavo; la regolarizzazione delle pareti e dei cigli; il deflusso o l'aggotto dell'eventuale acqua presente fino ad un battente massimo di cm 20, l'estirpazione di ceppaie, gli oneri per le opere provvisorie quali le sbadacchiature per scavi ad una profondità inferiore a 1,50 m, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Sono esclusi i costi di accesso per il conferimento dei rifiuti a impianto autorizzato ai fini del loro recupero o del loro smaltimento e gli eventuali tributi.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Gli scavi sono computati:

- **Scotico:** rilevando la superficie lavorata; m²
- **Scavi di sbancamento e splanteamento:** col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti, prima e dopo i relativi lavori; m³
- **Scavi a sezione larga e ristretta obbligata:** moltiplicando l'area del fondo scavo per la profondità del medesimo, misurata a partire dal punto più basso del perimetro; nel caso di scampanature praticate nella parte inferiore degli scavi i relativi volumi vengono misurati geometricamente, scomponendo, ove occorra, i volumi stessi in parti elementari più semplici. m³
- **Scavi a sezione trapezia:** si computa lo sviluppo lineare dello scavo da eseguire. m
- **Scavo a gradoni continui:** si computa la superficie scavata. m²

DEFINIZIONE

Asportazione di rocce e/o terra e/o altro materiale, necessaria per la realizzazione di opere di difesa del suolo, eseguita con mezzi meccanici o a mano.

Si definiscono le diverse tipologie di scavo:

- **scotico:** asportazione di uno strato superficiale del terreno vegetale, per una profondità fino a 30 cm, eseguito con mezzi meccanici; l'operazione viene eseguita per rimuovere la bassa vegetazione spontanea e per preparare il terreno alle successive lavorazioni (scavi, formazione di tappeti erbosi, sottofondi per opere di pavimentazione, ecc). Escluso il taglio degli alberi con diametro del tronco maggiore di 10 cm e l'asportazione delle relative ceppaie;

- **scavo di sbancamento:** formazione di un piano praticato al di sopra di quello orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno, che sia aperto da almeno un lato;
- **scavo di spleamento:** realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento precedentemente eseguito, sempre che il fondo dello scavo sia accessibile ai mezzi di trasporto e comunque il sollevamento non sia effettuato mediante il tiro in alto;
- **scavo a sezione larga obbligata:** realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno o dello sbancamento o dello spleamento, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati;
- **scavo a sezione ristretta obbligata:** tutti gli scavi incassati per fondazioni continue, fondazioni isolate, trincee e simili, sempre che il fondo dello scavo non sia accessibile ai mezzi di trasporto e comporti il sollevamento verticale per l'eliminazione dei materiali scavati; realizzato al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno. Si precisa che all'interno del prezario, lo scavo a sezione ristretta obbligata è ulteriormente suddiviso in puntuale e continua; la sezione puntuale si riferisce a plinti e buche, la sezione continua a scavi la cui larghezza massima non superi comunque il 1,50 m.
- **scavo a sezione trapezia:** sono scavi a sezione ristretta obbligata continua con larghezza di fondo da 20 a 60 cm, profondità fino a 1 m e pendenza 1 su 1 eseguito con benna sagomata.
- **Scavo a gradoni continui:** sono scavi a gradoni continui per la preparazione del piano di posa delle scarpate di ammassamento dei nuovi rilevati o dei ringrossi arginali compreso ogni onere per la creazione dei gradoni ad inclinazione verso l'interno del rilevato e a spigoli netti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nella classificazione dei terreni si individuano tre principali tipologie:

- **terreni sciolti:** terreni di media consistenza, asciutti o poco umidi (argille, sabbie e ghiaie prive di cementazione) con resistenza a compressione <70 kg/cmq e comunque scavabili con benna

semplice o a mano;

- rocce tenere: formazioni di ceneri vulcaniche, pozzolane, tufo poco litoide con resistenza allo schiacciamento tra i 70 ed i 100 kg/cm^q e comunque scavabili con benna da roccia;
- rocce compatte: pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss, ardesie, ecc.) e rocce magmatiche effusive (basalti, trachiti, etc.) con resistenza a compressione >100 kg/cm^q e comunque scavabili con uso di martellone o di mine.

Gli scavi, per qualsiasi lavoro, devono essere eseguiti secondo i disegni di progetto.

Nell'esecuzione degli scavi occorre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, realizzando, in base alla natura del terreno, le pareti del fronte di scavo con inclinazione e tracciato adeguato, prendendo tutte le precauzioni necessarie quando si opera nelle vicinanze di fabbricati e predisponendo canalette, tagli di arginature, costruzione di fossi deviatori, ripulitura di fossi esistenti, realizzazione di ture provvisoriale a monte ed a valle dello scavo, ed i relativi ripristini per l'allontanamento delle acque superficiali.

Nel caso di instabilità dei fronti di scavo, pericolo di danno a persone o opere, l'impresa ha l'obbligo di avvertire la Direzione Lavori ed il Coordinatore per la Sicurezza in Fase di Esecuzione, per l'adozione delle necessarie misure di prevenzione del rischio.

Il ciglio del fronte di scavo deve essere messo in sicurezza e presso di esso non deve essere collocato il materiale scavato.

Nei lavori elencati si intende compreso l'onere per la movimentazione del materiale scavato, con qualsiasi mezzo, anche a spalla, a deposito o al sito di carico sui mezzi, nonché tutti i trasporti verticali che si rendessero necessari.

Nel caso di interferenza dello scavo con servizi e condutture, sarà cura ed onere dell'impresa adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire la stabilità e l'integrità degli stessi, avvertendo e concordando le operazioni con i soggetti gestori dei servizi.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere riutilizzate o trasportate successivamente in altro sito, esse devono essere depositate in luogo adatto e previsto in sede progettuale (in conformità al Piano di Utilizzo e al PSC se dovuto per legge), accettato dalla D.L., per essere poi riprese a tempo opportuno. Il deposito di materiale scavato deve essere fisicamente separato e gestito in modo autonomo rispetto ai rifiuti eventualmente presenti nel cantiere o nel sito temporaneo.

Il deposito del materiale scavato, in attesa dell'utilizzo (ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera b) D.M. 161/2012), deve avvenire all'interno del cantiere (sito di produzione) o di altre aree previste (siti di deposito intermedio e di destinazione), identificando, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dal Piano di utilizzo e nel rispetto del D.lgs. 152/2006, D.M. 161/2012 in materia di rifiuti e terre rocce da scavo e dell'art. 41 bis del decreto legge n. 69 convertito nella legge n. 98 del 2013.

CODICE	CAPITOLO A05 - Rilevati e ringrossi arginali	(TIP.16)

A05 **RILEVATI E RINGROSSI ARGINALI:** eseguiti con materiali idonei, esclusi dal prezzo, privi di sostanze organiche, provenienti sia da ritagli di sponda, risagomature e scavi, che da cave di prestito e da impianti di riciclaggio, compresi spianamenti, costipazione a strati di spessore non superiore a cm 30 con rulli compattatori, formazione di pendenze e profilature di scarpate con benna liscia, bagnatura e ricarichi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

La formazione dei rilevati e ringrossi arginali viene così computata:

formazione di rilevato arginale: si procede rilevando il volume in opera compattato del rilevato. m³

formazione di ringrosso arginale: si procede rilevando il volume in opera compattato del ringrosso arginale. m³

Regolarizzazione e profilatura delle scarpate dell'alveo: si computa la superficie lavorata m²

Costipamento del piano di posa dei rilevati: si computa la superficie lavorata m²

DEFINIZIONE

L'insieme di opere che comportano spostamenti di materiale in genere, tese a rialzare il livello del terreno, eseguite con mezzi meccanici o a mano.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP 11 Marzo 1988: DECRETO MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 11 MARZO 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. - Istruzioni per l'applicazione.

Circolare LL.PP. n 30483 del 24 Settembre 1988 (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale) Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione

UNI 13242:2008 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

UNI EN ISO 14688-1:2013 Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione

UNI EN 13285:2010 Miscele non legate - Specifiche

Grado di costipamento: B.U.- C.N.R. n.69 del 30/11/1978 Norme sui materiali stradali

Massa volumica in sito: B.U.- C.N.R. n.22 del 03/02/1972 Peso specifico apparente di una terra in sito

Prova di carico su piastra: B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI del 14/12/199 Determinazione dei moduli di deformazione M_d e M'_d mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare

Impiego della calce: B.U.- C.N.R. n.36 A VII del 21/02/1973 Stabilizzazione delle terre con calce

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la costruzione di rilevati arginali occorre tenere conto di tre fattori essenziali:

- idoneità del piano di posa;
- natura delle terre da utilizzarsi
- caratteristiche delle macchine per compattare gli strati.

Prima di procedere alla costruzione del rilevato arginale, occorre asportare dal piano campagna il terreno vegetale, per una profondità da 30 a 50 cm, ed assicurarsi che il terreno sottostante al piano di posa sia idoneo a sopportare il peso dell'opera senza che si verifichino cedimenti. A questo scopo il piano di posa del rilevato deve essere accuratamente costipato mediante compattazione con rulli idonei. Quando invece il piano di posa del rilevato non ha buone caratteristiche di portanza, occorre asportare lo strato di terreno non idoneo e sostituirlo con altro di idonee qualità e, se necessario, realizzare opere di drenaggio.

Per la formazione di un rilevato occorre che le terre utilizzate siano prive di materiale estraneo ed organico.

L'impresa nel rimpiego dei materiali provenienti dallo scavo o dall'uso di materiali provenienti da altri siti deve attenersi al Piano di utilizzo delle terre redatto ai sensi del D.M. 161/2012; in caso di violazione degli obblighi assunti nel Piano viene meno la qualifica di sottoprodotto del materiale da scavo con conseguente obbligo di gestire il predetto materiale come rifiuto.

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante la costruzione del corpo dei rilevati occorre provvedere tempestivamente alla riparazione di danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori per più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato.

È obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

CODICE	CAPITOLO B04 - Calcestruzzi	(TIP.16)

B04 CALCESTRUZZI: Fornitura di conglomerato cementizio preconfezionato a prestazione garantita in accordo alla norma UNI EN 206 e UNI 11104 e conforme alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018, compreso il getto e la vibratura, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte. Il calcestruzzo dovrà essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione, effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato. Il calcestruzzo realizzato in cantiere va prodotto in regime di controllo qualità per garantire il rispetto delle prescrizioni di progetto. Il costruttore prima dell'inizio dell'opera deve effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Calcestruzzo: Si computa il volume effettivamente realizzato; sono detratti dal computo tutti i vani, vuoti o tracce che abbiano sezioni minime superiori a m² 0,20; è inoltre detratto il volume occupato da altre strutture inserite nei getti, ad esclusione delle armature metalliche. m³

DEFINIZIONE

Conglomerato costituito da materiali inerti (sabbia, ghiaia) uniti a un legante idraulico (calce, cemento) ed acqua, con l'aggiunta, secondo le necessità, di additivi e/o aggiunte minerali che influenzano le caratteristiche fisiche o chimiche del conglomerato.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato l'impresa deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche di cui al D.M. 17/01/2018, nonché alle Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2008) (<http://www.cslp.it/cslp/>).

UNI EN 206:2014 Calcestruzzo - : Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2004 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera; tale sistema di controllo deve essere certificato da un organismo terzo indipendente

autorizzato ed effettuato in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2003). L'impresa deve chiedere al fornitore copia del certificato FPC e consegnarla alla Direzione dei Lavori.

Il calcestruzzo viene identificato in base alla resistenza caratteristica, alla classe di esposizione ambientale ed alla consistenza; l'aggregato è considerato con $D_{\max}$ 32 mm e la classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo è 0,4.

Deve essere curata la messa in opera e la stagionatura del calcestruzzo, affinché la resistenza in opera non risulti inferiore ai limiti imposti dal D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018.

L'impresa deve avvisare la Direzione dei Lavori prima di iniziare ciascun getto, con un preavviso di almeno 24 ore, e verificare assieme alla stessa DL se le condizioni climatiche sono idonee all'esecuzione dei getti.

L'impresa deve verificare sul documento di trasporto la congruenza con le specifiche progettuali e segnalare alla Direzione dei Lavori eventuali non conformità (resistenza, lavorabilità, tempo di trasporto, etc.) e accettare la fornitura se è conforme alle specifiche progettuali siglando il documento di trasporto per mano di persona autorizzata.

È necessario che l'impresa utilizzi casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere sulla capacità del copriferro di proteggere le armature; nel caso di utilizzo di casseri di legno e/o elementi in laterizio l'impresa deve bagnare fino a saturazione tutte le superfici che saranno a contatto col calcestruzzo per evitare la sottrazione di acqua dallo stesso.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compattato e la relativa superficie deve essere protetta contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici e mantenuta umida per almeno tre giorni.

Il calcestruzzo deve essere compattato in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia.

Allo scopo occorre utilizzare vibratori da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Nella fase del getto la vibrazione deve essere eseguita per strati di spessore inferiore a 30 cm.

Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme; per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario fissato dalle tabelle.

L'impresa è responsabile del rispetto della classe di consistenza prescritta dal progettista, pertanto non deve essere aggiunta acqua o altri materiali nell'impasto a piè d'opera.

Per una corretta esecuzione del getto del calcestruzzo deve essere rispettata l'altezza massima di caduta libera (di solito limitata a 50-70 cm) ed i tempi minimi di vibrazione prescritti.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori, seguendo le procedure previste dal D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno.

Il disarmo deve avvenire gradatamente, adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche, e non deve avvenire prima che la resistenza del calcestruzzo abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo e sempre previa autorizzazione della Direzione dei Lavori.

CODICE	CAPITOLO B11 - Opere di sostegno e contenimento	(TIP.16)

B11 **OPERE DI SOSTEGNO E CONTENIMENTO:** fornitura e posa di opere di sostegno a gravità (muri scogliere e gabbionate), in cemento armato (muri a mensola, muri a contrafforti e speroni), terre armate e paratie (palancole e diaframmi) compresi trasporti, cali e sollevamento dei materiali, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Rivestimento di sponda: si computa la superficie esterna rivestita. m²

Scogliera: si computa il volume dei blocchi informi naturali posti in opera m³

Rimozione e successiva posa in opera di scogliera: si computa il volume dei blocchi informi naturali lavorati. m³

DEFINIZIONE

Opere che hanno funzione di contenere e contrastare le spinte provocate dal terreno o in alveo di protezione dall'erosione.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Le scogliere saranno realizzate in blocchi opportunamente sagomati (parallelepipedo), posizionati ad incastro in modo da realizzare un'opera continua e regolare ben raccordata alla sponda. La disposizione dei massi, sia della fondazione che del corpo della scogliera, avverrà secondo i disegni di progetto e le indicazioni della Direzione lavori. I massi devono essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti. Il trasporto del materiale al luogo di impiego deve essere fatto senza arrecare alcun danno alle sponde.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi devono essere collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

Il rivestimento di sponda deve essere realizzato a partire dal piede e procedendo verso l'alto. Le scarpate devono essere previamente sagomate e rifilate alla pendenza e alle quote prescritte per il necessario spessore al di sotto del profilo da realizzare a rivestimento eseguito.

Ciascun elemento deve essere posato in modo che la giacitura risulti stabile e non oscillante, indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in senso trasversale e dovranno essere tali da assicurare lo stretto contatto degli elementi fra loro senza ricorrere all'impiego di scaglie o frammenti.

CODICE	CAPITOLO D05 - Impermeabilizzazioni	(TIP.16)

D05 **IMPERMEABILIZZAZIONI:** sia su terreni piani che inclinati, compreso gli oneri per la preparazione dei supporti, la formazione dei giunti, il taglio per la profondità necessaria, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Impermeabilizzazioni: si computa la superficie effettiva con detrazione dei vuoti o delle parti non impermeabilizzate m²

DEFINIZIONE

Sistema per impedire il passaggio dell'acqua tra due ambienti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

UNI EN 13361: 2013: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di bacini e di dighe.

UNI EN 13362: 2013: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di canali

UNI EN 13491:2013: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego come barriere ai fluidi nella costruzione di gallerie e di strutture in sotterraneo associate

UNI EN 13492:2013: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi

UNI EN 13493:2013: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Prima di eseguire qualsiasi impermeabilizzazione si deve eseguire una idonea ed accurata preparazione del piano di posa, mediante la pulizia del supporto. Nel caso di posa diretta su terreno, la superficie deve essere compattata con un'energia di compattazione pari all'85 % (secondo prova Proctor Modificata). Il terreno deve essere bonificato da ogni protuberanza tagliente come radici, pietre appuntite ecc... Tutte le buche e le spaccature del terreno devono essere regolarizzate e

compattate. Prima e durante l'installazione del telo, la superficie di posa deve essere mantenuta stabile, liscia e perfettamente asciutta. Si devono evitare sottofondi costituiti da terreni ghiaiosi ad alta permeabilità o con formazioni localizzate di rocce che potrebbero esercitare azioni localizzate di punzonamento e danneggiare il telo.

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti. Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C. La stesa dei teli geocompositi bentonitici dovrà avvenire, sia sulle superfici inclinate sia sulle superfici piane, mediante sormonto di almeno 25 cm. La barriera geosintetica bentonitica non deve essere posata direttamente in acqua o in condizioni meteorologiche sfavorevoli, al fine di assicurare la corretta idratazione e funzionalità della barriera stessa. Nel caso insorgano fenomeni piovosi durante la posa della barriera e prima di aver gettato lo stato di protezione, è necessario stendere un telo in polietilene per la protezione della barriera

I materiali impiegati e la messa in opera devono presentare i requisiti richiesti, essere integri, senza borse, fessurazioni o scorrimenti e totalmente compatibili con il sistema adottato al fine di garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua.

Il Direttore dei lavori deve verificare in corso d'opera che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte e, per gli strati più significativi, che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. Deve porre particolare attenzione ai collegamenti tra gli strati, alla realizzazione di giunti e/o sovrapposizioni, all'esecuzione dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito.

CODICE	CAPITOLO E03 - Rivestimenti	(TIP.16)

E03 **RIVESTIMENTI:** posa in opera di rivestimenti con geosintetici con funzione di rinforzo dei terreni, stabilizzazione, filtro, drenaggio, protezione dall'erosione.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Rivestimenti: si computano secondo la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione del terreno da rivestire. m²

DEFINIZIONE

Strato di finitura superficiale avente funzione di funzione di rinforzo dei terreni, stabilizzazione, filtro, drenaggio, protezione dall'erosione, realizzabile con diverse tipologie di prodotti (geotessili, geomembrane, geogriglie).

Geosintetici: prodotto nel quale almeno una componente è costituita da un polimero naturale o sintetico, sotto forma di lastra, striscia o struttura tridimensionale, usato direttamente a contatto con terreni e/o altri materiali, per applicazioni geotecniche o di ingegneria civile. (EN ISO 10318:2005 "Geosintetici — Termini e definizioni")

Geotessile: sono manufatti permeabili e filtranti disponibili in fogli, strisce e pannelli e possono essere di tipo tessuto, tessuto "maglieria" e nontessuto.

Geomembrana: sono materiali impermeabili, disponibili in forma di manufatti laminari, che possono essere sintetici, bituminosi o bentonitici (propriamente detti geocompositi bentonitici).

Geogriglia: possono essere di tipo estruso o di tipo tessuto o del tipo "a nastri saldati". Le geogriglie svolgono soprattutto una funzione di rinforzo, che viene anche favorita dalla loro particolare struttura, tale da esercitare un effetto cerchiante rispetto alle particelle di terreno che trovano alloggio nelle aperture della geogriglia stessa.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

EN ISO 10318:2005 "Geosintetici — Termini e definizioni"

UNI EN ISO 10320 Geotessili e prodotti affini – Identificazione in sito

UNI EN 963 Geotessili e prodotti affini – Campionamento e preparazione dei provini

UNI EN 964-1 Geotessili e prodotti affini – Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli

UNI EN 965 Geotessili e prodotti affini – Determinazione della massa areica

UNI EN ISO 10319 Geotessili e prodotti affini – Prova di trazione a banda larga

UNI EN ISO 12236 Geotessili e prodotti affini – Prova di punzonamento statico (Metodo CBR)

UNI EN ISO 13433:2006 Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)

UNI EN ISO 12956 Geotessili e prodotti affini – Determinazione della dimensione di apertura caratteristica (opening size)

UNI EN ISO 11058 Geotessili e prodotti affini – Determinazione della caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Nell'esecuzione dei rivestimenti si procede alla posa su idonea superficie (già predisposta), avendo particolare cura per l'esecuzione dei giunti. Il terreno di posa deve essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni. I teli srotolati sul terreno devono essere posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni. Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti. Il geosintetico non devono in nessun caso essere sottoposti al passaggio dei mezzi di cantiere, prima della loro copertura con materiali di riporto per uno spessore stabilito dalla direzione dei lavori. Il geotessile in polipropilene deve essere ricoperto subito dopo la sua installazione, per evitare che l'esposizione ai raggi ultravioletti lo possa danneggiare.

L'installazione di geomembrane di larghezza 4 m o maggiore richiede l'utilizzo di macchinari per il sollevamento e di gru a ponte. Dopo la posa di geomembrane occorre procedere alla sigillatura dei giunti .

CODICE	CAPITOLO E08 - Recinzioni	(TIP.16)

E08 **RECINZIONI:** staccionate, reti e sbarre in legno o metalliche, compreso infissioni in terreni sciolti, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

recinzioni: si computa la lunghezza posta in opera. m

Sbarra stradale: si computa il numero di elementi installati cad

DEFINIZIONE

Recinzioni sono opere realizzate per delimitare uno spazio.

Sbarre stradali sono un dispositivo di sicurezza posto al fine di vietare l'accesso ai veicoli nell'aree non consentire.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Le recinzioni con rete metallica a rotoli, possono essere di 2 diversi tipi: con i paletti applicati nel cemento oppure infissi nel terreno. In base alla dimensione della recinzione va definito il numero dei pali da usare e gli accessori necessari per la posa in opera. I pali vanno posti alla distanza fra loro preferibilmente circa ogni di 2 - 2,5 mt . Una volta costituito lo scheletro della recinzione con il posizionamento dei paletti e delle saette, si procede a dare robustezza alla recinzione con i fili di tensione passanti attraverso i fori presenti su ogni paletto e legati ai rispettivi tendifilo. La posa della rete deve essere eseguita partendo da un' estremità della recinzione, legando la rete con gli appositi fili di legatura al paletto e ad ogni maglia della rete.

Le staccionate in legno devono avere montanti a distanza non superiore di 1,50 m ed infissi nel terreno per almeno 40 cm.

CODICE	CAPITOLO E09 - Sistemazioni superficiali del terreno	(TIP.16)

E09 **SISTEMAZIONI SUPERFICIALI DEL TERRENO:** per rinverdimento di argini, banche o scarpate.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Inerbimento: si computa la superficie lavorata. m²

Formazione di coltre di terreno vegetale: si computa la superficie formata. m²

DEFINIZIONE

Lavorazione finalizzata a rendere a verde il terreno di argini, banche o scarpate.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa.

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

L'esecuzione deve prevedere la preparazione del terreno mediante l'allontanamento del materiale più grossolano, lo spargimento della miscela di sementa, che deve essere leggermente ricoperta dal terreno, lo spargimento di sostanze concimanti ed ammendanti in quantità tale da garantire il nutrimento dei semi nella prima fase di crescita, le successive bagnature.

Nel caso di profilature di scarpate inclinate deve essere applicato uno strato di geotessile con adeguate sovrapposizioni e debitamente picchettato al terreno per evitarne lo scoperchiamento.

Lo strato di terreno vegetale sulle scarpate deve essere di circa 30 cm di spessore, sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

CODICE	CAPITOLO F07 - Drenaggi	(TIP.16)

F07 **DRENAGGI:** formazione di drenaggi, quali riempimenti a tergo di strutture, realizzazione di canali drenanti ed esecuzione di filtri drenanti al piede di rilevati con tubazioni, nonché per la raccolta e l'allontanamento delle acque drenate.

NORME DI MISURAZIONE	U.M.

Drenaggio eseguito con pietrisco: si computa il volume di materiale posto in opera. m³

DEFINIZIONE

Sistema di captazione, convogliamento e deflusso delle acque superficiali.

Le opere di drenaggio sono necessarie per allontanare e raccogliere le acque superficiali e sotterranee in corrispondenza di argini, scarpate, pendii instabili, in modo da diminuire le pressioni interstiziali e conseguentemente le spinte del terreno. La scelta del tipo di drenaggio più idoneo dipende dalla intensità e frequenza delle precipitazioni atmosferiche e dalla possibilità di formazione di ghiaccio. Le opere di drenaggio sono inoltre necessarie per captazione delle acque a tergo delle strutture. La scelta del tipo di drenaggio più idoneo dipende anche dal tipo di terreno da contenere e dalla presenza di falda idrica.

I sistemi di drenaggio si distinguono in due tipi principali:

- drenaggio lineare: si realizza mediante installazione di tubi interrati con una pendenza determinata ed un diametro idoneo alla portata da smaltire;
- drenaggio superficiale: si realizza con un sistema di canalizzazioni parallele appoggiate sulla superficie da drenare che convogliano l'acqua in un collettore finale.

NORMATIVA DII RIFERIMENTO

Si rinvia alla normativa generale di cui al paragrafo 1, punto 3 della premessa

INDICAZIONI PROCEDURALI PER L'ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Per la posa in opera va realizzato uno strato filtrante con materiale inerte di granulometria grossolana.

Quando si devono effettuare drenaggi su suoli argillosi si possono utilizzare strati di geotessile da porre in opera semplicemente appoggiati sul terreno al di sopra dell'elemento di accumulo idrico.

PARAGRAFO 10 - TIPOLOGIA 18 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

I prezzi sono relativi ai cantieri presenti nella tipologia a cui appartiene il lavoro svolto. Sono compresi: approntamento dell'area di cantiere, trasporto dell'attrezzatura tra la sede dell'impresa e il sito d'indagine, viaggio del personale tecnico e della mano d'opera di cantiere, installazione dell'attrezzatura per l'esecuzione delle indagini geofisiche, E' compreso altresì l'onere dello spostamento da una postazione alla successiva, ad esclusione dei casi in cui è prevista una specifica voce per la movimentazione e il posizionamento dell'attrezzatura di prova all'interno dell'area di indagine e l'approvvigionamento dell'acqua necessaria alla perforazione.

Capitolo W01 – Sondaggi Geognostici

W01

SONDAGGI GEOGNOSTICI

DEFINIZIONE

Le perforazioni di sondaggio (comunemente denominate “sondaggi”) hanno lo scopo di:

- ricostruire il profilo stratigrafico mediante l’esame dei campioni estratti, comunemente detti “carote”;
- consentire il prelievo di campioni per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche;
- consentire l’esecuzione di rilievi e misure sulle acque sotterranee;
- consentire, mediante esecuzioni di prove in situ, la determinazione delle proprietà geotecniche del terreno in sede.

Si distinguono due tipologie principali di sondaggi: i sondaggi a carotaggio continuo ed i sondaggi a distruzione di nucleo.

I primi consentono di raggiungere tutti gli scopi di cui al precedente elenco, in quanto in corso di perforazione viene effettuato un carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, e sono quelli comunemente utilizzati per la caratterizzazione geologico-geotecnica dei terreni.

Nei secondi, il terreno attraversato viene frantumato dagli utensili di perforazione e sono generalmente utilizzati per l’attraversamento di spessori di cui non interessa un’esatta conoscenza stratigrafica, per l’installazione di strumentazione geotecnica, per l’eventuale riperforazione o per l’esecuzione di prove in situ a determinate profondità.

Il capitolo “sondaggi geognostici” è suddiviso in 25 voci che comprendono, oltre alla perforazione, il prelievo di campioni, alcune voci di sovrapprezzo legate a particolari lavorazioni, alcune lavorazioni propedeutiche ed accessorie.

Nel dettaglio, le principali voci sono:

Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione con sistema a carotaggio continuo con carotieri semplici;

Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione a distruzione di nucleo;

Prelievo di campione indisturbato;

Prelievo di campione semidisturbato;

Prelievo di campione (rimaneggiato);

Le perforazioni ad andamento verticale eseguita a rotazione con sistema a carotaggio prevedono l’uso di carotieri di vario diametro in base alla natura dei terreni e a diverse granulometrie, e comprendono l’utilizzo del rivestimento provvisorio del foro.

I terreni presi in considerazione per la suddivisione dei sondaggi si differenziano in base alla granulometrie in :

- granulometria fine, quali argille, limi, limi sabbiosi e rocce tenere (tufi, calcareniti, sabbie cementate)
- granulometria media costituiti da sabbie, sabbie ghiaiose anche con qualche ciottolo ed in rocce di durezza media che non richiedano l’uso del diamante

- granulometria grossolana costituiti da ghiaie, ghiaie sabbiose, ciottoli e in rocce dure

La strumentazione per il prelievo dei campioni prevede l'uso di:

- carotieri semplici Ø 101 mm
- carotieri semplici Ø 131 mm
- carotieri doppi e tripli Ø 101
- carotieri doppi Ø 85-145 mm
- campionatori a pareti sottili (Shelby)
- campionario a pistone (tipo Osterberg)
- campionario rotativo (tipo Danison e Mazier)

Le profondità dei sondaggi sono state suddivise secondo i seguenti intervalli:

- profondità comprese tra m 0 e m 20 p.c.
- profondità comprese tra m 20 e m 40 p.c.
- profondità comprese tra m 40 e m 60 p.c.
- profondità oltre i 60 m

Sono sempre compresi nel prezzo pubblicato: gli oneri per l'approntamento dell'area di cantiere, per il trasporto dell'attrezzatura tra la sede dell'impresa e il sito d'indagine, per il viaggio del personale tecnico e della mano d'opera di cantiere, per l'installazione dell'attrezzatura sul primo punto di indagine e per l'approvvigionamento dell'acqua necessaria alla perforazione.

E' invece prevista una specifica voce per ogni movimentazione e posizionamento dell'attrezzatura di prova successivi al primo, all'interno dell'area di indagine.

NORME DI MISURAZIONE

U.M.

SONDAGGI GEOGNOSTICI: si considera la profondità del sondaggio; la misurazione viene eseguita dal fondo del foro fino al piano di campagna. m

N.B.: Il prezzo del sondaggio è applicato in base agli intervalli di profondità raggiunta e come suddivisa nel prezzo; pertanto per ogni intervallo successivo al primo si applica l'intero prezzo fino al limite dell'intervallo mentre per la profondità residua si applica il prezzo del successivo intervallo solo per la differenza tra la profondità misurata e il limite dell'intervallo raggiunto.

Per cui ad esempio, per un sondaggio di profondità 50 mt., si applica il prezzo dell'intervallo da 0 a 20 mt. per i primi 20 mt di profondità, il prezzo dell'intervallo da 20 a 40 mt per i successivi 20 mt di profondità e per i restanti 10 mt (residui della profondità raggiunta di 50 mt) si applica il prezzo dell'intervallo da 41 a 60 metri.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO PER STUDI, INDAGINI IN SITU (DIRETTE E INDIRETTE) E ANALISI DI LABORATORIO

Norme Tecniche Costruzioni (NTC 2018)

Normativa Sismica Nazionale (Microzonazione Sismica)

Normativa Ambientale Nazionale

Linee guida IAEA

Linee guida ISPRA

Eurocodici (in particolare Eurocodici 7 e 8)

Regolamenti Regionali

STANDARD DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI IN SITU E IN LABORATORIO:

Manuali ISPRA

Raccomandazioni ISMR (International Society for Rock Mechanics)

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (AGI 1977)

Norme ASTM (American Society to Testing and Materials)

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

Norme BS (British Standard)

Norme CNR-UNI (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Ente Italiano di Unificazione)

ISO Standards .

ANISIG Modalità Tecnologiche e norme di misurazione e contabilizzazione per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche.

ANISIG Capitolato Speciale d'Appalto lavori di indagini geognostiche.

Regione Toscana – Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - 2007

INDICAZIONI PROCEDURALI PER LA ESECUZIONE DELLA LAVORAZIONE

Sondaggi a carotaggio continuo:

Le modalità esecutive del sondaggio saranno tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati consentendo il prelievo continuo di materiale rappresentativo (carote). La tecnica di perforazione deve essere adattata alla tipologia e alla natura del terreno, mediante la scelta appropriata dell'apparecchiatura, del tubo carotiere, della corona, della velocità di avanzamento, della portata e della pressione dell'eventuale fluido di circolazione.

Tale carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato deve essere caratterizzato da una percentuale di recupero pari ad almeno l'85 %.

Il carotaggio sarà eseguito a secco, senza fluido di perforazione, se con carotiere semplice (C.S.); con fluido di circolazione se si utilizzano carotieri doppi-tripoli (T2, T6 etc.).

Nei terreni prelevati a secco, qualora l'espulsione della carota dal carotiere sia eseguita con pressione idraulica, dovranno essere impiegati tamponi a tenuta.

In terreni scistosi o comunque in ammassi molto fratturati dovranno essere utilizzati carotieri apribili (T6S).

L'eventuale impiego di corone speciali (al diamante) deve essere realizzato in terreni e rocce con durezza da "medio dure" a "molto abrasive".

Gli utensili di perforazione devono essere costituiti da :

- *Carotieri semplici*, con valvola di testa a sfera e calice:

Diametro nominale $\varnothing$ est = 101 , 146 mm

Lunghezza utile L = 150 , 300 cm

- *Carotiere doppio* a corona sottile (T2) o grossa (T6) con estrattore:

Diametro nominale $\varnothing$ est = 101 mm

Lunghezza utile L = 150 , 300 cm

- *Carotiere doppio* con portacampione interno apribile longitudinalmente (T6S), con estrattore a calice.

Diametro nominale $\varnothing$ est $\approx$ 100 mm

Lunghezza utile L = 150 cm

- *Cestello di ritenuta* alla base per il carotaggio dei tratti costituiti da materiali grossolani sciolti

- *Corone* di perforazione in widia e diamante, del tipo adatto ai terreni incontrati.

- *Aste* di perforazione con filettatura tronco-conica.

Diametro esterno $\varnothing$ est = 60 , 76 mm.

Gli utensili di perforazione da utilizzare saranno comunque tali da consentire l'estrazione di tutto il materiale interessato dal sondaggio senza che avvengano fratturazioni e dilavamento.

Gli utensili per la pulizia del foro devono essere costituiti da :

- carotiere semplice, l = 40 , 80 cm;

- attrezzo a fori radiali, da impiegarsi con circolazione di fluido uscente dall'utensile con inclinazione di 45° , 90° rispetto alla verticale;

- campionatore a pareti grosse $\varnothing$ 100 mm, con cestello di ritenuta alla base, per l'asportazione di eventuali ciottoli.

Durante le fasi lavorative, per evitare franamenti delle pareti del foro, la perforazione deve essere eseguita impiegando una tubazione metallica di rivestimento provvisoria o utilizzando fango di tipo bentonitico o a polimeri.

La necessità della posa di tubi di rivestimento provvisorio nel foro di sondaggio è da valutare in relazione alle reali caratteristiche del terreno: in particolare si adotteranno nei casi in cui sussista il rischio di franamenti delle pareti del foro stesso. Rappresenta il metodo più sicuro di stabilizzazione delle pareti. Vengono inoltre impiegati per fori nei quali si debbano eseguire prove sulle acque sotterranee.

Nel caso di utilizzo di rivestimenti associati alla perforazione ad aste, essi saranno in acciaio, con le seguenti caratteristiche:

- spessore tubo $s = 8, 10 \text{ mm}$
- diametro interno $\varnothing_{\text{interno}} = 107, 162 \text{ mm}$
- lunghezza spezzoni $l = 150, 200 \text{ cm}$

L'infissione dei rivestimenti avviene di norma a rotazione con fluido di circolazione. Per garantire la stabilità di eventuali tratti di roccia intensamente fratturati, si ricorre alla cementazione del foro ed alla sua successiva riperforazione.

Ogni foro, al termine delle indagini, deve essere richiuso procedendo al relativo riempimento. L'intasamento si realizzerà con:

- iniezione di miscele cementizie;
- iniezione di miscele cementizie addizionate di bentonite o argilla;
- immissione di sabbia;
- inserimento di materiali di risulta.

Le carote estratte nel corso della perforazione verranno sistemate in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo o plastica), munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera; tali cassette, di consistenza tale da essere trasportate ed impilate, hanno dimensioni di circa 1.0 x 0.6 x 0.15 m. Le carote coesive verranno scortecciate, le lapidee lavate. Appositi setti separatori suddivideranno i recuperi delle singole manovre, recando indicate le quote rispetto al p.c.

Le singole cassette verranno fotografate e la relativa documentazione dovrà essere fornita alla Committenza

Prelievo di campioni:

Le modalità di campionamento possono prevedere il prelievo dei seguenti tipi di campioni:

- a) "*campioni rimaneggiati*", raccolto fra i testimoni del carotaggio di qualsiasi litologia;
- b) "*campioni indisturbati*", prelevato con campionatore a pistone, fune, rotativo, in terreni coesivi e semicoesivi;

c) *"spezzoni di carota lapidea"*, prelevati dal carotaggio in terreni rocciosi.

I campioni a) e b) devono assicurare una rappresentazione veridica della distribuzione granulometrica del terreno; i campioni b) e c) non devono subire deformazioni strutturali rilevanti conservando inalterati:

- contenuto d'acqua (solo b);
- peso di volume apparente;
- deformabilità;
- resistenza al taglio.

I campioni devono essere prelevati tenendo conto delle esigenze dell'indagine ovvero del grado di qualità richiesto e delle quantità necessarie per le prove di laboratorio.

I campioni rimaneggiati vengono prelevati dal materiale recuperato con il carotaggio; sono i campioni ottenuti con i normali utensili di perforazione e devono essere conservati ordinatamente nelle apposite cassette catalogatrici (campioni con grado di qualità Q1-Q2) oppure sigillati in sacchetti o barattoli di plastica a tenuta stagna per consentirne la conservazione e la misura del tenore di umidità (campioni con grado di qualità Q3)

I campioni indisturbati sono i campioni recuperati con appositi utensili chiamati campionatori, scelti in base alle caratteristiche del terreno. Hanno un grado di qualità pari a Q4-Q5. I campionatori da utilizzare impiegano la fustella a pareti sottili in acciaio inox.

L'infissione del campionatore deve sempre avvenire in un'unica tratta.

Il prelievo di campioni indisturbati deve seguire la manovra di perforazione e precedere quella di rivestimento a quota; nel caso l'autosostentamento del foro nel tratto scoperto non esista anche per il breve lasso di tempo necessario al prelievo, si rivestirà prima di campionare avendo cura di fermare l'estremità inferiore del rivestimento metallico provvisorio 0,2 , 0,5 m più in alto della quota di inizio prelievo, ripulendo quindi il fondo del foro.

Si deve inoltre evitare qualsiasi eccesso di pressione nel fluido di circolazione nella fase di installazione dei rivestimenti.

I campioni devono essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indichino:

- 1) committente;
- 2) cantiere;
- 3) numero del sondaggio;
- 4) numero del campione;
- 5) profondità di prelievo;
- 6) tipo di campionatore impiegato;
- 7) data di prelievo;
- 8) parte alta (per campioni indisturbati e spezzoni di carota).

Il numero del campione, il tipo di campionatore usato ed il metodo di prelievo devono essere riportati sulla stratigrafia alla relativa quota; questi dati devono essere riportati anche nel caso di prelievi non riusciti.

Le due estremità dei campioni indisturbati devono essere sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e tappo di protezione, previa accurata pulizia della testa e della coda del campione.

Sondaggi a distruzione di nucleo

Gli utensili utilizzati per la perforazione a distruzione di nucleo possono essere:

- triconi o scalpelli di vario tipo;
- martello rotopercussore;
- punte distruttrici con eliche.

Per eseguire il foro è spesso necessario utilizzare fluidi di circolazione (acqua, fango o aria compressa) che vengono immessi nel foro in *circolazione diretta*, attraverso la batteria di aste, o in *circolazione inversa*, lungo le pareti del foro stesso. Il foro sarà sostenuto, a seconda delle esigenze, da tubo di rivestimento, da fluidi di circolazione o tramite la cementazione del foro stesso.

Bibliografia

Domenico Pagano - Capitolato speciale di appalto per indagini geognostiche e geotecniche – Dario Flaccovio Editore, 1990

Associazione Geotecnica Italiana – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – 1977

Regione Toscana – Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana - 2007

PARAGRAFO 11 - TIPOLOGIA 24 - OPERE AGRICOLE

Norme di misurazione

Di seguito vengono riportate le norme di misurazione che sono state adottate per macrotipologia di articoli all'interno di ciascun capitolo di cui si compone la Tipologia 24 - Opere Agricole.

CODICE	Capitolo T01: Sistemazioni dei terreni	(TIP.24)

NORME DI MISURAZIONE	U.M.
Eliminazione della vegetazione arbustiva (decespugliamento): si computa la superficie lavorata	ha
Eliminazione della vegetazione infestante arborea per la preparazione del terreno: si computa per singola pianta abbattuta	cad
Espianto arboreti senza strutture di sostegno: si computa per singola pianta estirpata	cad
Espianto arboreti con strutture di sostegno: si computa la superficie interessata dall'intervento	ha
Spianamento ed eliminazione dossi: si computa la superficie lavorata	ha
Sistemazione a ciglione: si computa la lunghezza di ciglione realizzato	m
Sistemazione a terrazzi: si computa la lunghezza di terrazzo realizzato	m
Costruzione ex novo di muretto a secco: si computa la superficie realizzata (si computa la lunghezza x altezza del muretto)	m ²
Ripristino di ciglioni o terrazzi: si computa la lunghezza del ciglione/terrazzo ripristinata	m
Ripristino di muretti a secco: si computa la superficie ripristinata	m ²
Apertura di scoline: si computa la lunghezza dell'opera realizzata	m
Affossatura di prima e seconda raccolta, incluse le opere di completamento: si computa il volume lavorato o la lunghezza realizzata	m ³ /m

CODICE	Capitolo T02: Lavorazioni dei terreni	(TIP.24)

NORME DI MISURAZIONE	U.M.
Dissodamenti e scassi: si computa la superficie lavorata	ha
Scasso a trincea e a buche: si computa il volume lavorato	m ³
Spietramento: si computa la superficie lavorata	ha
Frantumazione del pietrame: si computa la superficie lavorata	ha
Spianamento ed eliminazione dossi: si computa la superficie oggetto di intervento	ha
Demolizione di affioramenti rocciosi: si computa il volume lavorato	m ³
Livellamento: si computa la superficie lavorata	ha
Drenaggi con fosse riempite di pietre: si computa il volume lavorato	m ³
Drenaggi con materiale drenante: si computa la lunghezza dell'opera realizzata	ml
Opere accessorie ai drenaggi: si computa per singola opera realizzata	cad
Drenaggi realizzati con posadreni: si computa la lunghezza dell'opera realizzata	m
Affinamento del terreno dopo dissodamento o scasso: si computa la superficie lavorata	ha
Fertilizzazione di fondo: si computa la superficie lavorata	ha

Trattamenti disinfettanti e diserbanti: si computa la superficie lavorata	ha
Sistemazione capezzagne: si computa la lunghezza dell'opera realizzata	m

CODICE	Capitolo T03: Impianti di colture arboree, arbustive ed erbacee	(TIP.24)

NORME DI MISURAZIONE	U.M.
Affinamento del terreno pre-impianto: si computa la superficie lavorata	ha
Squadro per impianti a tutto campo: si computa la superficie interessata dall'operazione	ha
Squadro per file singole: si computa la lunghezza interessata dall'operazione	m
Trattamenti diserbanti e disinfestanti su fila: si computa la superficie interessata dall'operazione	ha
Realizzazione di strutture di sostegno per arboreti ed impianti specializzati: si computa per singola struttura di sostegno	cad
Posa in opera dei fili di ferro: si computa per la lunghezza di un singolo filo posato	Km
Fissaggio fili di ferro e posa in opera di altri accessori: si computa per singolo fissaggio	cad
Messa a dimora delle piante: si computa per singola pianta messa a dimora ad eccezione degli impianti con densità superiore alle 500 piante/ha in cui si considera la superficie impiantata	Cad/ha
Innesto all'impianto di piante a dimora: si computa per singola operazione ad eccezione degli impianti con densità superiore alle 1500 piante/ha in cui si considera la superficie interessata dall'operazione	Cad/ha

Operazioni accessorie all'impianto: si computa per singola opera realizzata	cad
Riconversione varietale: si computa per singola pianta interessata dall'operazione	cad
Recupero di oliveti abbandonati: si computa per singola pianta interessata dall'operazione	cad

CODICE	Capitolo T32: Recinzioni	(TIP.24)

NORME DI MISURAZIONE	U.M.
Realizzazione di recinzioni e/o staccionate: si computa la lunghezza realizzata	Km
Realizzazione scalandrino e cancello: si computa per singola opera realizzata	cad

CODICE	Capitolo T40: Trasporti e movimentazione materiali	(TIP.24)

NORME DI MISURAZIONE	U.M.
Carico di materiali di risulta proveniente da espiantri: si computa il volume caricato o la superficie interessata dall'operazione	m ³ /ha
Carico di materiali terrosi o pietrame: si computa per volume caricato	m ³
Carico di ceppaie: si computa per singola ceppaia	cad

Carico di materiale consegnato in luogo lontano dall'utilizzo (incluso il letame): si computa per unità di peso caricata	Tn
Distribuzione in campo dei materiali per impianto: si computa per superficie interessata dall'impianto	ha
Trasporti interni all'azienda dei materiali impiegati per le operazioni agricole: si computa la distanza percorsa	Km
Trasporti su strada eseguiti con mezzi agricoli: si computa la distanza percorsa	Km

Indicazioni procedurali per l'esecuzione delle lavorazioni

T01 - SISTEMAZIONI DEI TERRENI: interventi finalizzati a creare le condizioni per la successiva messa a coltura dei terreni realizzare e mantenere le sistemazioni superficiali dei terreni agricoli e le sistemazioni idrauliche.

Rientrano in questo capitolo le sistemazioni dei terreni finalizzate a:

- a) eliminare la vegetazione arbustiva ed arborea o all'espanto di impianti arborei quali frutteti, oliveti e vigneti per consentire la successiva messa a coltura di detti terreni;
- b) realizzare o mantenere le sistemazioni superficiali dei terreni incluse le sistemazioni idrauliche.

Quando si ha superfici incolte o non coltivate da lungo tempo oppure anche in terreni coltivati su cui è presente vegetazione arbustiva di varia natura si rende necessario eliminarla prima di procedere alle successive operazioni che porteranno alla sua messa a coltura. L'operazione di decespugliamento può essere eseguita manualmente o meccanicamente.

Se poi sono presenti piante arboree, siano esse di natura spontanea o provenienti da una precedente coltivazione, è necessario procedere al loro abbattimento e alla successiva estirpazione/eliminazione della ceppaia.

Una volta eliminato il soprassuolo e le ceppaie eventualmente presenti nel terreno, si potrebbe rendere necessario eseguire un intervento finalizzato a spianare il terreno ed ad eliminare i dossi eventualmente presenti nel terreno.

Prima di procedere alla messa a coltura dei terreni può essere opportuno realizzare o ripristinare, nel caso siano presenti, le sistemazioni idraulico agrarie al fine di regimare le acque sia superficiali che sotterranee. In questo modo si concorre a eliminare le acque in eccesso per creare le condizioni agronomiche migliori per lo sviluppo della pianta e allo stesso tempo per limitare fenomeni di dissesto idrogeologico.

Per un approfondimento sulla tecnica di realizzazione delle sistemazioni idrauliche agrarie si rimanda alla pubblicazione "Linee guida per la sostenibilità dei vigenti collinari" (a cura dell'autorità di bacino del fiume Arno, 2006).

Se si opera in terreni con forte pendenza potrebbe essere opportuno intervenire attraverso la realizzazione di ciglioni o terrazzamenti.

Per un approfondimento sulla tecnica di realizzazione dei terrazzamenti o ciglionamenti si rimanda alla pubblicazione “LA GESTIONE DELLE SISTEMAZIONI IDRAULICO-AGRARIE NEL MONTE PISANO” .

T02 - LAVORAZIONE DEI TERRENI: di preparazione e coltivazione dei terreni inclusa la realizzazione di drenaggi, la fertilizzazione, il controllo delle infestanti e dei parassiti.

Rientrano in questo capitolo le lavorazioni che consentiranno di creare le condizioni favorevoli per poter accogliere le future coltivazioni.

Una volta che il terreno è stato privato dalla vegetazione si procede ad eseguire il dissodamento o scasso ovvero una lavorazione profonda che costituisce la prima lavorazione fondamentale del terreno. Il dissodamento o scasso può avere una profondità variabile in funzione del tipo di coltivazione che dovrà essere realizzata: generalmente le profondità maggiori si hanno nel caso di impianti arborei; le profondità minori nel caso di impianti erbacee/arbustivi. Altra variabile di cui tener conto è la natura del terreno in cui viene realizzata.

Nei terreni dove è presente una forte pietrosità può essere opportuno procedere allo spietramento e alla successiva frantumazione del pietrame che si trova in loco.

Fondamentale è poi la realizzazione dei drenaggi per consentire l'allontanamento delle acque presenti nel terreno assicurando nel minor tempo possibile il ripristino delle condizioni favorevoli per la vitalità delle piante.

Nel terreno livellato verranno eseguite le concimazioni.

T03 – IMPIANTI DI COLTURE ARBOREE, ARBUSTIVE ED ERBACEE: realizzazione e miglioramento (infittimenti, sovrainnesto etc..) di impianti di specie arboree, arbustive e erbacee.

Rientrano in questo capitolo le operazioni che vengono realizzate ai fini della realizzazione o miglioramento di impianti di specie arboree, arbustive e erbacee.

Nel terreno precedentemente preparato vengono effettuate delle lavorazioni di affinamento del terreno. A questo punto si può procedere con la realizzazione dell'impianto ex novo eseguendo prima lo squadro e poi la messa a dimora delle piante e delle relative strutture di sostegno necessarie per l'impianto. Nelle zone dove vi possono essere dei rischi che le piante appena impiantate possano essere danneggiate dalla fauna selvatica, sarà opportuno procedere al posizionamento di elementi di protezione delle piante.

A volte in impianti già esistenti è possibile eseguire operazioni di riconversione varietale attraverso il ricorso al sovrainnesto.

In impianti abbandonati di oliveti vengono eseguite operazioni di potatura straordinaria finalizzate a recuperare la loro capacità produttiva.

T32 – RECINZIONI: interventi finalizzati alla realizzazione o al miglioramento di recinzioni.

Rientrano in questo capitolo le recinzioni che hanno lo scopo di delimitare uno spazio in cui viene praticata una attività di produzione (esempio ne caso di recinzioni per la difesa delle colture da danni causati dalla fauna selvatica) o, più in generale, di allevamento.

Le recinzioni possono essere di 2 diversi tipi: con i paletti interrati in buche precedentemente aperte ove, se occorre, andranno piazzate scaglie di pietrame oppure infissi nel terreno direttamente. In base alla dimensione della recinzione va definito il numero dei pali da usare e gli accessori necessari per la posa in opera. I pali vanno post alla distanza fra loro preferibilmente circa ogni 2,5 -3 mt. I pali andranno opportunamente trattati o carbonizzati. Ai pali verrà fissato con cambrette il filo di ferro spinato o la rete che verrà posizionata partendo da un'estremità della recinzione.

Le staccionate in legno sono realizzate ponendo i pali a croce devono avere montanti a distanza non superiore a 2 m ed infissi nel terreno per almeno 40 cm.

T40 – TRASPORTI E MOVIMENTAZIONE MATERIALI.

Rientrano in questo capitolo le operazioni trasporto e movimentazione che avvengono:

- a) all'interno della azienda e che sono finalizzate alla movimentazione dei materiali di risulta o di prodotti da impiegare nelle operazioni agricole;*
- b) all'esterno dei confini dell'azienda quando eseguiti sempre con mezzi agricoli.*

Il materiale di risulta prodotto nel luogo in cui vengono eseguite operazioni di abbattimento/ espanto della vegetazione, che non può essere trinciato in situ, viene caricato su mezzi agricoli e trasportato in un posto accessibile dell'azienda perché possa essere avviato al suo smaltimento.

Allo stesso tempo il materiale che risulta fondamentale per la realizzazione dell'impianto (piante, pali, filo di ferro, concimi, etc..) viene caricato su mezzi di trasporto affinché venga trasportato verso il sito in cui verranno poi utilizzati per la realizzazione di impianti arborei, erbacei od arbustivi. Una volta raggiunto il punto di utilizzo il materiale viene distribuito in campo per renderlo facilmente disponibile agli operatori.

Sono stati poi previsti i trasporti dal centro aziendale al luogo in cui verranno realizzati gli impianti e viceversa. In tutti i casi è comunque previsto che questi movimenti avvengano attraverso l'utilizzo di mezzi agricoli.

APPENDICI

“A” LE LINEE GUIDA SULLE POTATURE



COMUNE DI FIRENZE
Direzione Ambiente

ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI DELLA PROVINCIA DI FIRENZE
Commissione Verde Urbano

LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DELLE POTATURE DEGLI ALBERI IN AMBIENTE URBANO



COMUNE DI FIRENZE
Direzione Ambiente

ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI DELLA PROVINCIA DI FIRENZE
Commissione Verde Urbano

LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DELLE POTATURE DEGLI ALBERI IN AMBIENTE URBANO

Immagini fotografiche, schemi grafici e coordinamento del lavoro a cura di ***Michele Marrani Romanelli***

Progetto grafico, impaginazione e illustrazioni a cura di ***Silvia Mantovani***

INDICE

PREFAZIONE	5
INTRODUZIONE	7
1. PERCORSI DECISIONALI A DIAGRAMMI DI FLUSSO	9
2. INTRODUZIONE AL GLOSSARIO TERMINOLOGICO	17
3. VOCI DEL GLOSSARIO	18
<i>Alleggerimento di chioma (diradamento)</i>	
<i>Capitozzatura</i>	
<i>Forma di allevamento naturale</i>	
<i>Forma di allevamento obbligata</i>	
<i>Formazione della chioma in fase giovanile</i>	
<i>Pollarding (testa di salice, testa di potatura)</i>	
<i>Restauro di chioma</i>	
<i>Riduzione di chioma (e Sollevamento)</i>	
<i>Ripulitura di chioma</i>	
<i>Speronatura (e Spuntatura)</i>	
<i>Taglio di rimozione di branca intera</i>	
<i>Taglio di ritorno</i>	
<i>Taglio internodale</i>	
<i>Taglio nodale</i>	
4. ATTUAZIONE DELLE LINEE GUIDA	35

PREFAZIONE

Nella percezione del cittadino comune l'importanza estetica e paesaggistica della alberature urbane viene immediatamente percepita a livello intuitivo e a questo aspetto si aggiunge, immediatamente dopo, l'evidente rilevanza ecologica ed ambientale della presenza di piante di alto fusto all'interno della città.

Il Comune di Firenze, partendo da una propria forte tradizione radicata nella creazione dell'immagine della città ottocentesca, persegue lo scopo di conservare e valorizzare il patrimonio arboreo, partendo in primo luogo da quello proprio, costituito da circa 75.000 esemplari, ma tenendo nella dovuta considerazione il più ampio scenario costituito dall'insieme delle alberature private presenti.

Gran parte delle alberature urbane, sia antiche di decine di anni o di un secolo, sia giovani e vigorosi impianti, vivono in un ambiente ostile nei loro confronti: selezionate dalla natura per crescere in boschi o prati si vedono costrette in spazi ridotti, in prossimità di strade ed edifici, proprio per portare un beneficio, estetico e ambientale, ai fruitori di queste opere ed infrastrutture.

In questa condizione la fragilità delle piante aumenta e maggiore deve essere la cura ad esse dedicata.

Da queste brevi considerazioni nasce l'idea di un lavoro condiviso tra Amministrazione Comunale e Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Firenze, mirato a redigere delle linee guida per l'esecuzione delle potature degli alberi in ambiente urbano.

Certamente l'approccio tecnico-scientifico troverà prima applicazione sul patrimonio arboreo comunale, ma partendo dal presupposto della prevalenza del patrimonio arboreo urbano privato, ha il dichiarato scopo di contribuire in maniera significativa e qualificata a produrre innanzitutto una cultura di buone pratiche che si possa diffondere, con l'attività degli operatori del settore (tecnici, amministratori, ditte), alla collettività come strumento di tutela e valorizzazione del patrimonio arboreo e, con esso, delle sue valenze estetico – ambientali.

9 aprile 2014

Assessore all'Ambiente del Comune di Firenze
Dott.ssa Caterina Biti

Queste linee guida per la potatura degli alberi in ambiente urbano non sono solo l'espressione della conoscenza e della competenza nell'ambito della cura degli alberi e delle loro fitopatie dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali, ma anche il risultato di un appassionato confronto di esperienze diverse, una mediazione fra i vincoli e le difficoltà della gestione con le necessità fisiologiche delle piante e le esigenze e le aspettative dei cittadini.

Questa pubblicazione è il frutto di un rinnovato dialogo con la direzione Ambiente che si è sviluppato grazie alla disponibilità del Direttore dott. Pietro Rubellini e dell'architetto Stefano Cerchiarini, che si sono resi disponibili ad aprire un tavolo tecnico di confronto sulla materia coinvolgendo anche il nostro Ordine professionale.

Le linee guida sono rivolte non soltanto agli addetti ai lavori ma anche agli appassionati ed ai proprietari di alberi ed aree verdi; per noi rappresentano un primo tassello della partecipazione attiva del nostro Ordine alla vita della città anche nelle attività non istituzionali, con l'auspicio che la nostra professione possa contribuire a migliorare la qualità dell'ambiente urbano e a stimolare nei cittadini un maggior rispetto per il verde e per gli alberi che, con la loro presenza, rallegrano e nobilitano, la nostra bellissima città.

Un ringraziamento particolare ai colleghi che con la loro passione hanno elaborato questa proposta che rappresenta la sintesi di un dibattito serrato in cui sono state messe a confronto tesi anche molto diverse, perché in questa materia non esistono verità assolute ma la necessità di un approccio critico che consenta di valutare la migliore scelta d'intervento per il singolo caso specifico.

Un primo passo è stato fatto, siamo disponibili per altre nuove forme di partecipazione alla vita della città contribuendo soprattutto sui temi più attinenti la nostra professione, su questi, abbiamo ancora molte cose da dire.

Presidente dell'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali
della Provincia di Firenze

Dott. Agr. Paolo Gandi

INTRODUZIONE

La potatura rappresenta la pratica colturale che maggiormente impatta le condizioni di vegetazione degli alberi. L'attuazione scorretta di tale pratica comporta perdita di vigoria e salute, solidità strutturale e valore ornamentale. Frequentemente già la prima potatura sbagliata è sufficiente a deteriorare in maniera irrimediabile l'albero, consegnandolo ad una spirale d'interventi volti a limitarne permanentemente - per quanto possibile - l'espansione della chioma. In questi casi si procede ripetendo nel tempo le potature, giustificando tale regime d'interventi con l'intenzione di ridurre la predisposizione al cedimento.

Tuttavia all'attuazione scorretta della pratica della potatura conseguono una serie di aspetti negativi: un'insoddisfacente riduzione del rischio associato agli alberi, che anzi si caratterizzano per un'elevata predisposizione al cedimento di tutte le parti legnose (in particolare le ramificazioni della chioma); l'impossibilità di mantenere nelle aree urbane alberi di grandi dimensioni in fase di maturità o addirittura l'impossibilità di far raggiungere tale stadio vegetativo ad alberi di grandi dimensioni; un costo netto per la collettività che si materializza nella impossibilità di trarre i massimi benefici dalla presenza degli alberi, oltre ad una elevata onerosità conseguente all'instaurarsi di una dipendenza da interventi volti al periodico azzeramento della chioma.

L'attuazione scorretta della pratica della potatura

concorre dunque ad un aumento dei costi a fronte di una riduzione delle irrinunciabili funzioni svolte dagli alberi, determinando condizioni d'insostenibilità sotto il profilo della gestione. Le presenti "Linee Guida per l'Esecuzione delle Potature" sono volte alla promozione di condizioni di salute ed integrità strutturale degli alberi in ambiente urbano, al fine della creazione e del mantenimento nel tempo di condizioni di sostenibilità della gestione. Esse costituiscono parte del Regolamento di Tutela degli Alberi, che contiene disposizioni inerenti la potatura. Tra gli elementi di criticità che caratterizzano il documento emergono:



il raggruppamento delle tecniche di taglio in subordine a due categorie principali, "tagli nodali" e "tagli internodali", quale unico modo di fare chiarezza circa l'opportunità d'utilizzo nella generalità dei casi dei primi, anche in relazione alle ricadute di ordine fisiologico;



la definizione tecnica di "capitozzatura", estesa a qualsiasi taglio collocato in posizione internodale indipendentemente dal diametro del ramo, ovvero qualsiasi taglio nodale condotto in corrispondenza di una ramificazione laterale non sufficientemente sviluppata in diametro al fine di assumere il ruolo di terminale;



l'affermazione decisa della necessità d'istituzione d'una funzione di supervisione dei lavori qualificata nelle operazioni di potatura nel settore pubblico quanto nel privato, quale unica possibilità di concreta attuazione dei contenuti proposti.

Le linee guida si articolano in:

a. Percorsi decisionali a diagrammi di flusso

b. Glossario terminologico

c. Procedure professionali

Ciascuna parte è corredata da una specifica breve introduzione che ne delinea le funzioni e l'utilizzo.



PERCORSI DECISIONALI A DIAGRAMMI DI FLUSSO 1

I "Percorsi Decisionali a Diagrammi di Flusso" guidano l'operatore alla scelta dell'intervento di potatura che compete lo specifico albero o alberatura, in base alle condizioni generali di vegetazione e le conseguenti priorità della gestione. Attraverso questi percorsi è necessario valutare l'architettura della chioma in relazione all'integrità e la vicinanza con una forma naturale, per giungere a stabilire se sia opportuno allevare l'albero in forma "naturale" oppure "obbligata". All'interno dei diagrammi è attribuita priorità alla conservazione oppure al recupero della forma naturale degli alberi, la cui chioma non sia stata definitivamente snaturata (ad esempio chiome le cui ramificazioni, per effetto di ripetuta capitozzatura, assumano andamenti prima orizzontali e poi verticali ovvero formino angoli retti). La forma d'allevamento "naturale" è mantenuta per mezzo di tagli esclusivamente "nodali", in attuazione delle sole tecniche di taglio di "rimozione della branca intera in corrispondenza dell'inserzione al fusto" o "riduzione con ritorno su di una subordinata d'adeguate dimensioni diametrali". La forma d'allevamento "obbligata" può essere ottenuta e mantenuta anche per mezzo di tagli "internodali", in attuazione delle tecniche di taglio del "pollarding" e, in casi limite, della "speronatura". Le definizioni inerenti la terminologia tecnica utilizzata nell'ambito dei diagrammi di flusso sono contenute presso il "Glossario terminologico". Il testo in corsivo incontrato presso i diagrammi fa

riferimento ad una specifica voce di glossario. I "Percorsi Decisionali a Diagrammi di Flusso" sono quattro, ciascuno utilizzabile per una delle "macro-casistiche" individuabili sul campo:

1. Alberi in soddisfacenti condizioni generali, che dispongono di spazi adeguati di vegetazione e non sono causa di significative interferenze con infrastrutture;
2. Alberi in soddisfacenti condizioni generali, che non dispongono di spazi adeguati di vegetazione e sono causa di significative interferenze con infrastrutture;
3. Alberi non in soddisfacenti condizioni generali, che dispongono di spazi adeguati di vegetazione e non sono causa di significative interferenze con infrastrutture;
4. Alberi non in soddisfacenti condizioni generali, che non dispongono di spazi adeguati di vegetazione e sono causa di significative interferenze con infrastrutture.

Se da una parte la disponibilità di adeguati spazi per la vegetazione della chioma oppure l'esistenza d'interferenze con le infrastrutture circostanti si prestino ad una interpretazione pressoché immediata,

la valutazione delle condizioni generali di un albero può presentare difficoltà maggiori. A titolo esemplificativo di seguito sono riportati i criteri che è necessario prendere in considerazione al fine della valutazione delle condizioni generali di un albero:

Condizioni fitosanitarie:

Qualsiasi sintomo o danno riconducibile ad agenti biotici (insetti, funghi, batteri, virus);

Qualsiasi sintomo o danno riconducibile ad agenti abiotici (danni meteorici, danni meccanici, stress termici, stress idrici, stress nutrizionali, stress chimici).

Condizioni fitostatiche:

Le condizioni fitosanitarie possono causare, o non causare, problemi di statica dell'albero in relazione a:

a. Organo vegetativo colpito:

- problemi di statica se sono colpiti gli organi di sostegno (radici, fusto, ramificazione);
- problemi di vigoria vegetativa se sono colpiti gli organi deputati all'assorbimento e sviluppo (capillizio radicale e foglie).

b. Gravità, estensione e/o irreparabilità del danno (stato di cicatrizzazione delle ferite, compartimentazione delle infezioni, anche se con cavità, recidività del danno etc...).

Riassumendo

Per valutare lo stato generale di un albero:

- Riconoscimento dei sintomi o danni presenti compresa la causa (agente del danno);
- Descrizione degli organi vegetativi colpiti;
- Valutazione dello stato di alterazione della materia vegetale.

A ciascuna "Macro-casistica" corrisponde una descrizione dell'"Obiettivo Prioritario della Gestione". Nel caso di alberi in soddisfacenti condizioni generali che dispongono di spazi adeguati di vegetazione e non sono causa di significative interferenze con infrastrutture, tali obiettivi implicano l'opportunità dell'allevamento in forma naturale escludendo decisamente i tagli di capitozzatura ma anche gli interventi di riduzione o alleggerimento se inutili, legittimando invece i semplici interventi di ripulitura della chioma. Negli altri casi, pur continuando a scoraggiare decisamente i tagli di capitozzatura, gli obiettivi di gestione implicano la possibilità d'attuazione d'interventi quali le riduzioni ed al limite gli alleggerimenti, al fine della mitigazione delle problematiche riscontrate a carico dell'albero o dell'alberatura. I percorsi decisionali entro i diagrammi sono tracciati da indicatori-frecce. Nel terzo diagramma un percorso decisionale ha due frecce di diversa grandezza, ad illustrare la scelta cui assegnare

priorità specie quando vi sia assenza oppure presenza limitata di fenomeni degenerativi in corrispondenza dei punti di taglio pregressi. Nella stessa situazione, nell'ambito del quarto diagramma, gli indicatori forniscono maggiore libertà di scelta.

I colori utilizzati nell'ambito dei diagrammi di flusso identificano rispettivamente la trattazione dei seguenti argomenti:

Condizioni generali degli alberi, disponibilità di spazio e obiettivo della gestione



Caratteristiche della chioma



Forma di allevamento e relative tecniche di potatura (taglio) applicabili



Interventi attuabili



DIAGRAMMI DI FLUSSO

12



condizioni generali e obiettivi gestionali

2

ALBERI IN SODDISFACENTI CONDIZIONI GENERALI, CHE NON DISPONGONO DI SPAZI ADEGUATI E SONO CAUSA DI INTERFERENZE CON INFRASTRUTTURE

Obiettivo prioritario della gestione:

mitigazione dei fenomeni di interferenza, conservazione delle funzioni svolte, prevenzione o limitazione d'interventi incompatibili con la salute e la longevità



caratteristiche della chioma

Albero mai sottoposto a capitozzatura

- Architettura di chioma integra o pressoché integra

Albero precedentemente capitozzato

- Architettura di chioma non irrimediabilmente snaturata
- Assenza di fenomeni degenerativi rilevanti in corrispondenza dei punti di taglio pregressi

Albero precedentemente capitozzato

- Architettura di chioma irrimediabilmente snaturata, oppure volutamente scolpita
- Presenza di fenomeni degenerativi rilevanti in corrispondenza dei punti di taglio pregressi

-Ripulitura della chioma

- Selezione e diradamento dei ricacci dalle basi di potatura pregressa (in caso di **restauro di chioma**)

-Riduzione di chioma

Mantenimento in forma obbligata attraverso:

- rimozione completa dei getti dalle teste di potatura (*Pollarding*)
- rimozione più o meno parziale dei getti generati dalle basi di potatura pregressa (*Speronatura*)

Allevamento in forma naturale:

Recupero della forma naturale di chioma, utilizzo esclusivo di tagli *nodali*

Tecniche di potatura:

- Taglio con rimozione di branca intera in corrispondenza dell'inserzione al fusto
- Taglio di riduzione con ritorno su di una subordinata d'adeguate dimensioni diametrali

Allevamento in forma obbligata:

utilizzo anche di tagli *internodali*

Tecniche di potatura:

- *Pollarding*
- *Speronatura* (comprende spuntatura).

interventi attuabili

forma di allevamento e tecniche di potatura



condizioni generali e obiettivi gestionali

4

ALBERI NON IN SODDISFACENTI CONDIZIONI GENERALI, CHE NON DISPONGONO DI SPAZI ADEGUATI E SONO CAUSA DI INTERFERENZE CON INFRASTRUTTURE

Obiettivo prioritario della gestione:

promozione della sicurezza e minimizzazione del rischio di danneggiamento delle persone e delle cose, mitigazione dei fenomeni di interferenza, conservazione delle funzioni svolte attraverso la prevenzione o limitazione d'interventi incompatibili con la salute e la longevità



caratteristiche della chioma

Albero mai sottoposto a capitozzatura

- Architettura di chioma integra o pressoché integra

Albero precedentemente capitozzato

- Architettura di chioma non irrimediabilmente snaturata
- Assenza di fenomeni degenerativi rilevanti in corrispondenza dei punti di taglio pregressi

Albero precedentemente capitozzato

- Architettura di chioma irrimediabilmente snaturata, oppure volutamente scolpita
- Presenza di fenomeni degenerativi rilevanti in corrispondenza dei punti di taglio pregressi

-Ripulitura della chioma

- Selezione e diradamento dei ricacci dalle basi di potatura pregressa (in caso di **restauro di chioma**)

-Riduzione di chioma

-Alleggerimento di chioma



Mantenimento in forma obbligata attraverso:

- rimozione completa dei getti dalle teste di potatura (*Pollarding*)
- rimozione più o meno parziale dei getti generati dalle basi di potatura pregressa (*Speronatura*)



Allevamento in forma naturale:

Recupero della forma naturale di chioma, utilizzo esclusivo di *tagli nodali*

Tecniche di potatura:

- *Taglio con rimozione* di branca intera in corrispondenza dell'inserzione al fusto
- *Taglio di riduzione* con ritorno su di una subordinata d'adeguate dimensioni diametrali

Allevamento in forma obbligata:

utilizzo anche di *tagli internodali*

Tecniche di potatura:

- *Pollarding*
- *Speronatura* (comprende spuntatura).

forma di allevamento e tecniche di potatura

interventi attuabili

INTRODUZIONE AL GLOSSARIO TERMINOLOGICO 2

Il glossario contiene la terminologia tecnica utilizzata nell'ambito dei diagrammi di flusso. Per ciascuna delle voci viene fornita una definizione sufficiente a delinearne meno ambigualmente possibile il significato e le conseguenti ricadute o applicazioni pratiche. Il testo in corsivo incontrato presso le descrizioni fa riferimento ad una specifica voce di glossario. La terminologia è elencata in ordine alfabetico, ed in tale ordine è presentata dal testo.

Le diverse voci, inoltre, sono state anche catalogate secondo quattro raggruppamenti, il cui scopo è quello di definire e distinguere "Forme di allevamento", "Tecniche di Potatura (taglio)", "Tecniche di Potatura per posizionamento rispetto ai nodi" e "Interventi". Ogni singola voce è quindi caratterizzata da un colore e da una icona che ne specificano l'appartenenza ai vari raggruppamenti, secondo la seguente legenda.

LEGENDA

FORME DI ALLEVAMENTO

Forma di allevamento naturale
Forma di allevamento obbligata



TECNICHE DI POTATURA (posizionamento rispetto ai nodi)



internodali

Capitozzatura

Pollarding
(fase preparatoria)

Speronatura
(include spuntatura)



nodali

Capitozzatura

Pollarding
(a regime)

Taglio di ritorno

Taglio di rimozione di
branca intera

TECNICHE DI POTATURA (taglio)

Capitozzatura
Pollarding (testa di salice)
Speronatura (include spuntatura)
Taglio di (riduzione con) ritorno
Taglio di rimozione di branca intera



INTERVENTI

Alleggerimento di chioma (diradamento)
Formazione della chioma in fase giovanile
Mantenimento in forma obbligata
Restauro di chioma
Riduzione di chioma (include sollevamento)
Ripulitura di chioma



ALLEGGERIMENTO DI CHIOMA (diradamento) (figura 1)



Gli interventi di alleggerimento della chioma agiscono nella direzione della riduzione della densità della chioma, con la finalità dell'abbassamento della resistenza al passaggio dei venti oppure della maggiore infiltrazione d'irraggiamento solare presso le porzioni interne. In tutti i casi è considerata la rilevante perdita di superficie fotosintetizzante, questo tipo di intervento è giustificabile solo in casi sporadici. Se da una parte una chioma alleggerita intercetta minore energia eolica, dall'altra la capacità di dissipazione delle sollecitazioni ventose attraverso l'oscillazione delle ramificazioni è ridotta. L'alleggerimento inoltre rischia sovente di rilasciare una chioma caratterizzata dalla concentrazione di massa fogliare presso le estremità distali delle ramificazioni, rendendole quindi maggiormente predisposte alla rottura. Gli interventi di alleggerimento della chioma fanno uso esclusivo di *tagli nodali*, in attuazione delle tecniche di *rimozione della branca intera* e *riduzione con ritorno* su di una laterale.

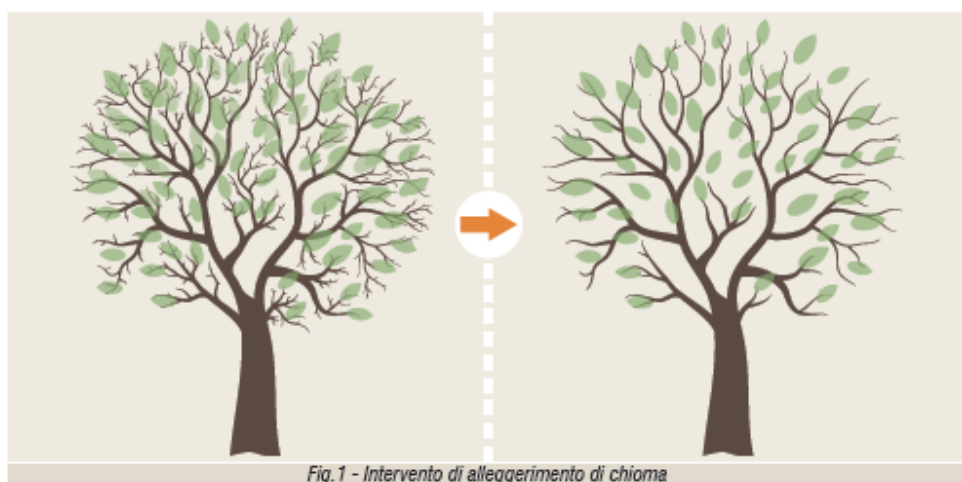


Fig. 1 - Intervento di alleggerimento di chioma

CAPITIZZATURA (figure 2a e 2b)



La capitozzatura consiste di tagli internodali ma anche di tagli nodali, qualora condotti in corrispondenza di una ramificazione laterale non sufficientemente sviluppata in diametro al fine di assumere il ruolo di terminale. In altri termini, con la capitozzatura si accorcia una branca rilasciando un moncone (indipendentemente dal diametro della sezione di taglio e dalla distanza del taglio dall'inserzione), oppure si accorcia una branca in corrispondenza di una laterale non sufficientemente sviluppata in diametro al fine di assumere il ruolo di terminale. La capitozzatura dei rami e del fusto induce la vegetazione vigorosa delle gemme latenti ed avventizie poste nelle immediate vicinanze del taglio; quando l'intervento è particolarmente severo possono entrare in vegetazione ulteriori parti dell'albero. I getti epicormici che crescono dal tronco o dalle branche possono originare in prevalenza da gemme avventizie. Tali getti sono precariamente ancorati ad un sottile strato di legno, caratterizzandosi per l'elevata predisposizione al cedimento per rottura presso la base; nei casi estremi essi sono numerosi ed addensati, in forte competizione. Le ferite prodotte utilizzando questa pratica se di diametro rilevante, come spesso accade, dispongono di scarse difese contro l'ingresso dei patogeni e sono esposte ad infezioni.



Fig. 2a - Capitozzatura, in questo caso nella versione più facilmente riconoscibile, consistente di tagli internodali

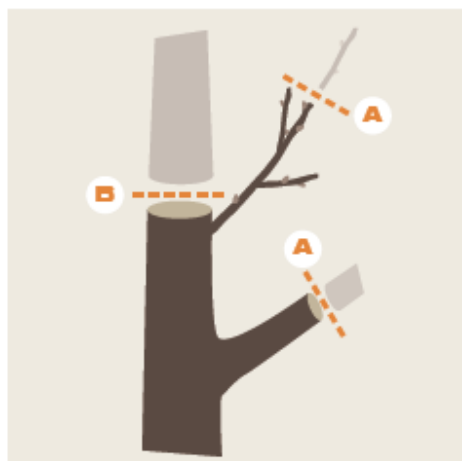


Fig. 2b - Capitozzatura, rappresentata in tutte le possibili casistiche: tagli internodali (A); taglio nodale condotto in corrispondenza di una ramificazione laterale non sufficientemente sviluppata in diametro al fine di assumere il ruolo di terminale (B)

FORMA DI ALLEVAMENTO NATURALE (figura 3)



Di norma gli alberi, specie se isolati, compiono il proprio ciclo vitale senza necessitare di manomissione alcuna, avvantaggiandosi al più di piccoli interventi (ad esempio la rimozione di parti malate, disseccate o deperenti). Quando condizionate in modo improprio dalle pratiche svolte presso i vivai di produzione e trasposte in ambienti artificiali, le chiome degli alberi possono sviluppare strutture deboli ed interferire con gli elementi di contorno, necessitando di essere sottoposte ad interventi di potatura con finalità correttive. In linea generale, un albero strutturalmente robusto possiede una chioma vitale distribuita per non meno dei due terzi dell'altezza; il fogliame si concentra almeno per la metà nell'ambito delle ramificazioni che si inseriscono nei due terzi inferiori della chioma; un intervento di potatura deve limitarsi nell'asportazione di superficie fogliare entro il 25%, preservandone e favorendone la corretta distribuzione e consistenza a livello di ogni singola branca. Il mantenimento di un albero in forma naturale si avvale dell'impiego di tagli nodali, ovvero delle seguenti tecniche di potatura: *rimozione della branca intera e riduzione con ritorno su di una laterale*.



Fig.3 - Alberatura stradale allevata in forma naturale

FORMA DI ALLEVAMENTO OBBLIGATA



La costrizione ed il corretto mantenimento di un albero in una forma obbligata è ottenibile attraverso un processo oneroso che richiede cure intensive. L'allevamento in forma obbligata di un albero può sortire buoni risultati anche sotto il profilo ornamentale. Escludendo il caso dell'arte topiaria dalla presente trattazione, sono rare le forme obbligate di allevamento che siano anche sostenibili. Tra queste il *pollarding* o potatura a testa di salice. La questione verte principalmente sulle dimensioni dei tagli ovvero sulla durata dei turni di potatura.

FORMAZIONE DELLA CHIOMA IN FASE GIOVANILE



La formazione della chioma in fase giovanile si avvale di *tagli nodali*, in applicazione della seguenti tecniche di potatura: *rimozione della branca intera* e *riduzione con ritorno* su di una laterale. Nell'allevamento di un giovane albero i primi 3-5 anni dal trapianto sono i più critici. La potatura di allevamento si limita ad indirizzare la crescita ed a correggere le debolezze strutturali.

Gli alberi meno sottoposti ad interventi crescono maggiormente. Qualora si intenda sottoporre un albero ad un programma di potatura d'allevamento, occorrerà procedere rispettando in sequenza i seguenti passaggi:

- rimozione delle ramificazioni danneggiate, malate e deperenti;
- selezione di un leader e rimozione o controllo dei competitori;
- selezione delle ramificazioni permanenti che definiscono la base della chioma e rimozione delle indesiderate collocate più in basso;
- selezione delle ramificazioni laterali permanenti sulla base della distribuzione verticale e radiale più opportuna.

POLLARDING (testa di salice, testa di potatura)
(figure 4a e 4b)



La tecnica del "pollarding" fa uso di *tagli internodali* nella fase preparatoria e di tagli presso le teste di potatura a regime. La struttura di base dell'albero è plasmata sin dalla gioventù con l'attuazione di tagli di *capitozzatura* sulle ramificazioni selezionate. Con il tempo, in corrispondenza dei punti in cui i tagli di rimozione dei getti dell'anno sono reiterati, l'albero forma le cosiddette "teste di potatura", ammassi di gemme latenti incastonate in legno cicatriziale. Le teste di potatura ben conformate e vigorose estromettono i patogeni dai restanti tessuti delle branche e del fusto. Il "pollarding" comporta la rimozione pressoché annuale della totalità dei getti che scaturiscono dalle teste di potatura; si rivela assolutamente contro indicato il rilascio dei getti per periodi superiori a due anni oppure il taglio entro le teste di potatura o al di sotto delle teste di potatura (rinnovamento delle teste). Il "pollarding" non può essere paragonato alla *capitozzatura*, pur servendosene limitatamente alla

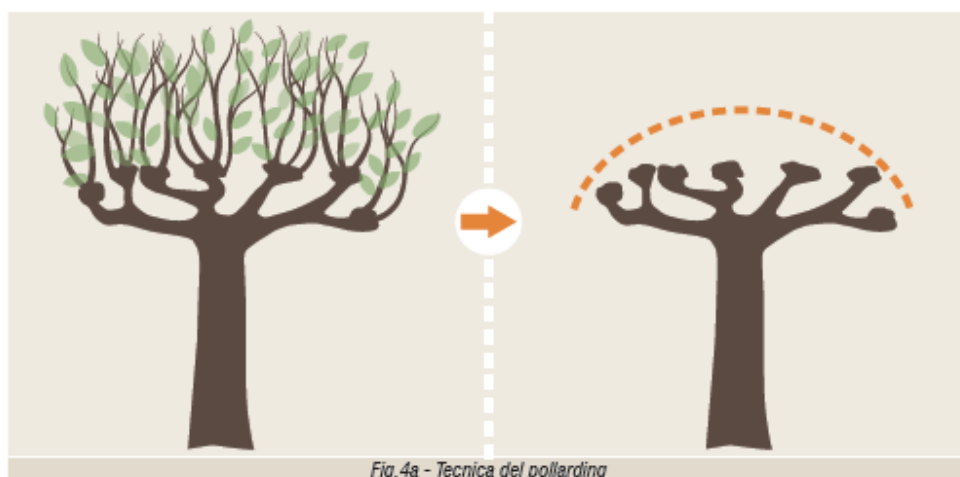


Fig.4a - Tecnica del pollarding

fase giovanile dell'albero con lo scopo di ricavare la struttura permanente delle branche (candelabro). Gli alberi condizionati in modo corretto con il "pollarding" sviluppano forme esteticamente attraenti e possono godere anche di ottima salute, come testimoniato dalla longevità dei soggetti. A regime nel "pollarding" la struttura della pianta è statica, accumulandosi i soli accrescimenti diametrali.



Fig. 4b - Alberatura stradale allevata in forma obbligata in attuazione della tecnica del pollarding

RESTAURO DI CHIOMA



Gli interventi di restauro sono riservati a soggetti arborei sottoposti a *capitozzatura*, le cui chiome abbiano avuto modo di riformarsi a partire dai vecchi tagli o "basi di taglio". La fattibilità di un intervento di restauro si fonda sui seguenti prerequisiti:

- soddisfacenti condizioni di conservazione delle basi di taglio sotto il profilo strutturale e fitosanitario, assenza dunque di significativi fenomeni degenerativi del legno;
- possibilità di ricostituzione di una architettura naturaleggiante della chioma, assenza dunque di ramificazioni che, per effetto di ripetuta *capitozzatura*, assumano ad esempio andamenti prima orizzontali e poi verticali ovvero formino angoli retti.

Il restauro della chioma passa attraverso la selezione nell'ambito di ciascuna base di potatura dei ricacci da utilizzare ed il diradamento al fine della rimozione dei soprannumerari. Questa operazione può essere ripetuta ad intervalli opportuni, fino all'ottenimento del risultato prefissato. Gli interventi di restauro della chioma fanno uso esclusivo di *tagli nodali*, in attuazione delle tecniche di *rimozione della branca intera* e *riduzione con ritorno* su di una laterale.

RIDUZIONE DI CHIOMA (e Sollevamento)
 (figure 5a, 5b e 5c)


Gli interventi di riduzione della chioma, che assimilano anche quelli di sollevamento, agiscono nella direzione della contrazione del volume o dell'ingombro della chioma, con la finalità della mitigazione dei conflitti legati all'interferenza con l'ambiente circostante. Gli interventi di riduzione della chioma fanno uso esclusivo di *tagli nodali*, in attuazione delle tecniche di *rimozione della branca intera* e *riduzione con ritorno* su di una laterale.

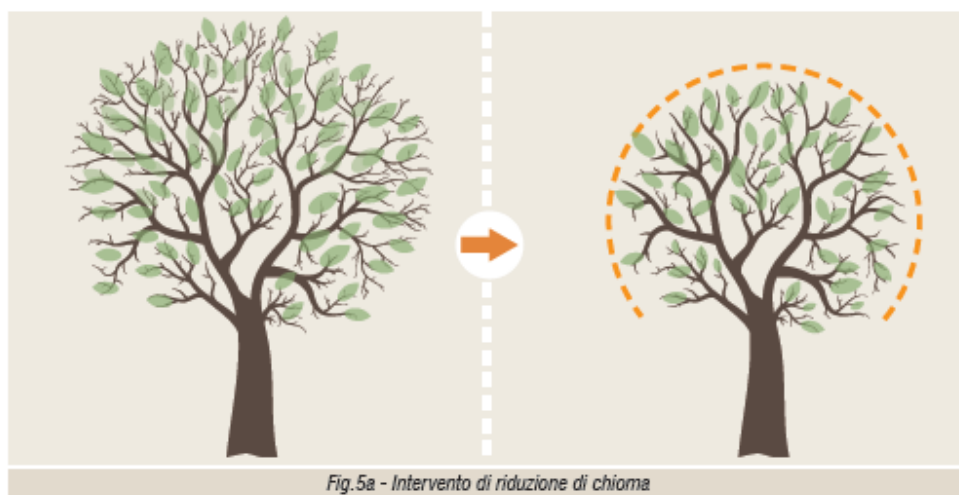


Fig.5a - Intervento di riduzione di chioma

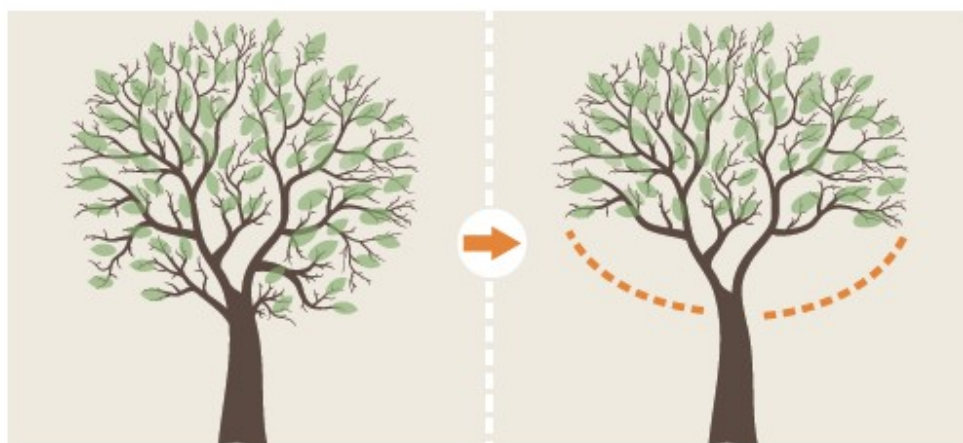


Fig.5b - Intervento di (riduzione per) sollevamento di chioma



Fig.5c - Intervento di riduzione di chioma per risoluzione di conflitto, correttamente eseguito attuando tagli nodali

RIPULITURA DI CHIOMA



Gli interventi di ripulitura sono riservati alla rimozione di ramificazioni disseccate o deperite. Gli interventi di ripulitura della chioma fanno uso esclusivo di tagli nodali, in attuazione delle tecniche di *rimozione della branca intera* e *riduzione con ritorno* su di una laterale.

SPERONATURA (e Spuntatura) (figure 6a, 6b e 6c)



Il termine, utilizzato in numerosissimi contesti per altrettanti significati, nell'ambito del presente elaborato si riferisce alla pratica di rilascio di monconi di ramificazioni più o meno lunghi nell'ambito delle basi di potatura pregressa. Ciò avviene su piante già *capitozzate*, dove gli interventi di potatura sono intervallati da un certo numero di anni, tipicamente 5/8 ma anche più. Auspicabilmente, al fine di contenere la dimensione dei tagli entro limiti sostenibili, tali intervalli necessiterebbero essere ridotti quanto possibile. Il rilascio dei monconi di legno più giovane rispetto a quello delle basi di potatura, "taglio sul nuovo", ha la finalità di garantire la presenza di un certo numero di gemme latenti ed avventizie, in grado di riformare ricacci nonché di conservare parte delle

riserve amilacee stoccate presso le inserzioni. La speronatura consiste di *tagli internodali*, configurandosi come reiterazione di capitozzatura "sul nuovo". Questa pratica è pertanto rischiosa perché può comportare il progressivo esaurimento delle riserve energetiche dell'albero, rimosse via via in buona parte assieme alle ramificazioni, tanto più quanto queste sono vecchie. La speronatura, talvolta, è diffusa anche a causa dell'impossibilità operativa di svolgere più frequentemente gli interventi di potatura, così come richiesto dalla tecnica del *pollarding*. La speronatura nella generalità dei casi deve quindi essere considerata una condizione transitoria, che si applica ad alberi già *capitozzati* nei quali sia sconsigliabile se non impossibile procedere ad un *restauro di chioma* od all'attuazione del *pollarding*, meramente per accompagnare l'albero alla anticipata conclusione del ciclo vitale. A fronte di evidenti controindicazioni la speronatura offre alcune opportunità applicative, scaturenti risultati talora apprezzabili di allevamento in forme obbligate. Ciò a condizione di un corretto dimensionamento o turnazione dei tagli. Nell'ambito del presente elaborato afferente la speronatura è la "spuntatura" o rilascio di speroni lunghi, consistente di *tagli internodali* in posizioni distali (rimozione delle punte) che possono essere considerati già eccessivi su sezioni di diametro di 8-10 cm.



Fig. 6a - Alberatura stradale speronata



Fig.6b - Albero speronato. Evidenti in questo caso i rilasci presso le basi di potatura



Fig.6c - Chioma già sottoposta in passato a capitozzatura con ricrescita matura e negletta, tale da rendere sconsigliabile se non impossibile il restauro di chioma o l'attuazione del pollarding

TAGLIO DI RIMOZIONE DI BRANCA INTERA (figura 7)



Il taglio di rimozione della branca intera è un *taglio nodale*. È effettuato in corrispondenza del punto d'origine, punto d'inserzione nel fusto. Il taglio inoltre viene effettuato ortogonalmente all'asse che si rimuove, in prossimità ma non oltre la cresta della corteccia ed il collare posto all'inserzione del ramo nel fusto o nella branca di ordine superiore. Vengono in tal modo risparmiate le difese naturali predisposte dall'albero alla base delle ramificazioni contro il diffondersi dei patogeni. Talvolta il collare all'inserzione del ramo nel fusto non è visibile; in questo caso occorre evitare comunque di tagliare entro il tessuto del fusto. D'altro canto i tagli debbono evitare il rilascio di mozziconi, utilizzabili da parte dei patogeni quale substrato di colonizzazione e sviluppo. Le potature indirizzate alla rimozione delle parti deperenti e disseccate possono essere effettuate in qualsiasi momento. La maggior parte degli alberi possono essere potati in modo opportuno entro il periodo del riposo vegetativo, quando possibile prima del termine del mese di dicembre. In talune regioni le temperature invernali possono abbassarsi significativamente sotto lo zero. Determinate specie non perfettamente adattate alle temperature più rigide

rischiano di riportare danni da congelamento in corrispondenza delle ferite esposte conseguentemente i tagli di potatura: nei casi più sensibili, gli interventi possono essere dilazionati a poco prima della ripresa della stagione vegetativa.

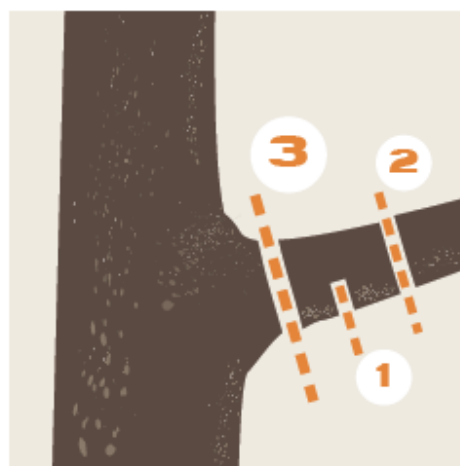


Fig. 7 - Taglio di rimozione di branca intera: primo taglio (1), secondo taglio (2), taglio finale (3)

TAGLIO DI RITORNO (figure 8a e 8b)



Il taglio di ritorno è un *taglio nodale*. Accorcia una branca in corrispondenza di una ramificazione laterale del diametro non inferiore ad un terzo (potare in corrispondenza di una branca laterale non sufficientemente sviluppata può provocare disseccamenti, oppure l'emissione profusa di getti epicormici). Occorre evitare di tagliare entro il tessuto della branca di ordine superiore. D'altro canto i tagli debbono evitare il rilascio di

mozziconi, utilizzabili da parte dei patogeni quale substrato di colonizzazione e sviluppo. La maggior parte degli alberi possono essere potati in modo opportuno entro il periodo del riposo vegetativo, quando possibile prima del termine del mese di dicembre. In talune regioni le temperature invernali possono abbassarsi significativamente sotto lo zero. Determinate specie non perfettamente adattate alle temperature più rigide rischiano di riportare danni da congelamento in corrispondenza delle ferite esposte conseguentemente i tagli di potatura: nei casi più sensibili, gli interventi possono essere dilazionati a poco prima della ripresa della stagione vegetativa.



Fig. 8a - Taglio di ritorno

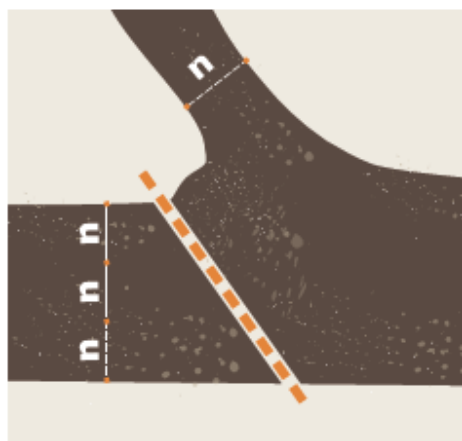


Fig. 8b - Taglio di ritorno, corretta proporzione tra la terminazione rimossa e quella rilasciata

TAGLIO INTERNODALE (figura 9)



Internodali sono tutti i tagli di potatura operati ad una certa distanza dai nodi. "Nodo" definisce il punto d'inserzione di un ramo sul fusto oppure su una branca (il punto d'incontro con un'altra branca). "Nodo" è propriamente anche il punto di inserzione di una gemma nel rametto. I tagli operati in posizioni internodali comportano specifiche conseguenze:

- induzione di vegetazione vigorosa dalle gemme latenti ed avventizie poste nelle immediate vicinanze del taglio (quando l'intervento è particolarmente severo possono entrare in vegetazione ulteriori parti dell'albero); i getti epicormici possono originare in prevalenza da gemme avventizie, essendo precariamente ancorati ad un sottile strato di legno e pertanto altamente predisposti alla rottura presso la base;
- la ferita prodotta praticando un taglio internodale, specie se di diametro rilevante, dispone di scarse difese contro l'ingresso di organismi nocivi, essendo particolarmente esposta ad infezioni ad esempio da patogeni fungini;
- compromissione della solidità strutturale dell'albero e della longevità (eccezione: fase preparatoria del *pollarding* e tagli su sezioni di ridotte dimensioni diametrali).

I tagli internodali, specie se di diametro rilevante, deteriorano permanentemente l'architettura naturale della chioma provocando danneggiamenti talvolta in grado di riverberarsi su tutto il ciclo vitale dell'albero. Tagli internodali sono operati quando si pratica la *capitozzatura*. Tagli internodali inoltre sono anche le *speronature*, per quanto sia lecito osservare che tale pratica è condotta su alberi già sottoposti in precedenza alla pratica della *capitozzatura*: l'utilizzo della *speronatura* è legittimato in casi specifici, così come circostanziato alla relativa voce di glossario.



Fig.9 - Taglio internodale

TAGLIO NODALE (figura 10)



Sono definiti *nodali* tutti i tagli di potatura operati presso i nodi. "Nodo" definisce il punto d'inserzione di un ramo sul fusto oppure su una branca (il punto d'incontro con un'altra branca). "Nodo" è propriamente anche il punto di inserzione di una gemma nel rametto. I tagli operati in posizioni nodali, a patto che i rami rilasciati siano delle dimensioni diametrali sufficienti, comportano specifiche conseguenze:

- redistribuzione dell'energia di vegetazione presso i terminali rilasciati, riduzione al minimo se non prevenzione del riscoppio da gemme latenti ed avventizie, conservazione di un'architettura naturale della chioma;
- riduzione al minimo se non prevenzione della diffusione di infezioni a partire dalle superfici di taglio, che si collocano in posizioni presso le quali l'albero dispone di preordinate difese di carattere morfologico e fisiologico;
- promozione della solidità strutturale dell'albero e della longevità

Tagli nodali sono quelli operati in applicazione delle tecniche di potatura della *rimozione della branca intera* e della *riduzione con ritorno* su di una laterale.

In termini strettamente tecnici, nodali sono anche i tagli condotti in corrispondenza di una laterale non sufficientemente sviluppata in diametro al fine di assumere il ruolo di terminale: tale pratica tuttavia, ascrivibile alla *capitozzatura* per l'errata proporzione tra le ramificazioni interessate, produce conseguenze identiche a quelle ottenibili praticando *tagli internodali*.



Fig.10 - Taglio nodale

ATTUAZIONE DELLE LINEE GUIDA 4

INTRODUZIONE. Norme tecniche di attuazione delle linee guida

L'istituzione di una funzione di supervisione qualificata nelle operazioni di potatura, nel pubblico quanto nel privato, rappresenta l'unica possibilità di concreta attuazione delle linee guida. Queste norme tecniche, proposte quali scenario ottimale di svolgimento dei lavori nella pratica applicativa, coinvolgono due fasi. Nella prima, in sede di valutazione di un intervento, il tecnico fronteggia due necessità: inquadrare le condizioni riscontrate sul campo e ponderare le scelte attuabili, incluso l'opportunità d'intervenire. Nella seconda, in sede di conclusione di un intervento, il tecnico soppesa il risultato ottenuto in conseguenza dello svolgimento delle operazioni di potatura ed in relazione ad i contenuti espressi nelle presenti linee guida.

NORME TECNICHE

IN SEDE DI VALUTAZIONE, PRIMA DELLO SVOLGIMENTO DI UN INTERVENTO:

- Inquadramento delle condizioni generali dell'albero/alberata, della stazione d'impianto e delle reciproche interazioni;
- Valutazione dell'opportunità d'intervento;
- Inclusione dell'albero/alberata in una delle quattro macro casistiche; definizione degli obiettivi di gestione perseguibili ed auspicati, confronto con quelli prospettati nell'ambito delle quattro macro casistiche;
- Iter decisionale all'interno di una delle macro casistiche, circostanziata motivazione delle scelte intraprese in relazione ai risultati tecnici perseguiti;
- Raccolta di documentazione fotografica dello stato attuale, includente l'albero/alberata e le immediate vicinanze, se opportuno redazione di elaborati cartografici;
- Approntamento di un calendario per la corretta supervisione dei lavori.

AL TERMINE DELL'INTERVENTO:

- Valutazione dell'esito dell'intervento anche in relazione al grado di compatibilità con gli obiettivi preposti;
- Stima dell'impatto dell'intervento in rapporto all'esigenza di conservazione delle funzioni svolte dall'albero/alberata attraverso la promozione della salute e della longevità;
- Raccolta di documentazione fotografica del risultato dell'intervento, includente l'albero/alberata e le immediate circostanze.



36



Queste "Linee Guida per l'Esecuzione delle Potature" sono ispirate al principio ed all'esigenza della promozione di condizioni di salute ed integrità strutturale degli alberi. Ciò al fine della promozione della sicurezza e della massimizzazione delle funzioni irrinunciabili che essi svolgono, per consentire alla popolazione di trarre i massimi benefici dalla loro presenza in ambiente urbano. La potatura rappresenta la pratica culturale che maggiormente impatta le condizioni di vegetazione degli alberi. Intraprendere la potatura di un albero dunque non dovrebbe essere gesto casuale. Intraprendere la potatura di un albero piuttosto dovrebbe essere maturazione d'adequata e qualificata riflessione progettuale. Il testo intende fornire le premesse e gli strumenti essenziali a tale riflessione nella forma di quattro tracciati logici costituiti dai cosiddetti "Percorsi Decisionali a Diagrammi di Flusso" e della terminologia impiegata all'interno di ciascuno dei menzionati percorsi. Questa terminologia è raccolta presso un "Glossario Terminologico", il cui scopo è ordinarne e definirne meno ambiguamente possibile i significati. Tra i punti di forza e novità che questo lavoro contribuisce a far emergere spiccano il concetto di distinzione tra "Tagli Nodali" e "Tagli Internodali" ed una definizione organica del concetto di "Capitozzatura". L'auspicio finale è che interventi tanto delicati quanto le potature possano essere consegnati alla responsabilità ed alla supervisione di personale professionalmente qualificato e preparato, la cui azione vada ad espletarsi nelle modalità che abbiamo voluto improntare all'interno di un capitolo dedicato, intitolato "Attuazione delle Linee Guida".

ALLEGATO B

“CSA II PARTE TECNICA: LAVORI STRADALI”

(Direzione Nuove Infrastrutture e Mobilità – Comune di
Firenze)

RIPRISTINI STRADALI: Per gli interventi che prevedono ripristini stradali si ricorda l'obbligo del rispetto del “Disciplinare tecnico relativo ai ripristini stradali” approvato con DD 8694/2016.

INDICE GENERALE

PREMESSA	8
ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DI MATERIALI E COMPONENTI	8
MARCATURA CE	9
ARTICOLO 1. QUALITÀ DEI MATERIALI	9
1.1 ACQUA PER GLI IMPASTI	10
1.2 LEGANTI IDRAULICI	10
1.3 GESSI	10
1.4 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA	10
1.5 MATTONI	10
1.6 PIETRE NATURALI E MATERIALI PORFIRICI	11
1.6.1 Pietraforte Alberese	12
1.6.2 Pietra Arenaria Extra dura	13
1.6.3 Pietra Arenaria Macigno	14
1.6.4 Materiali porfirici	16
1.6.5 Gradini massicci	18
1.7 MALTE PREMISCELATE PER ALLETTAMENTO E STUCCATURA DI PAVIMENTAZIONI IN LASTRICO	18
1.7.1 Malte premiscelate per allettamenti	18
1.7.2 Malte premiscelate per stuccature	19
1.7.3 Malte premiscelate pozzolaniche per stuccature	19
1.8 LEGNAMI	20
1.9 MATERIALI FERROSI	20
1.10 SEGNALI STRADALI	21
ARTICOLO 2. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	21
ARTICOLO 3. CONTROLLO PROVE E CONSEGNA DEI MATERIALI	21
ARTICOLO 4. SCAVI E DEMOLIZIONI	22
4.1 SCAVI DI SBANCAMENTO	22
4.2 SCAVI DI FONDAZIONE	22
4.3 DEMOLIZIONI	22
4.4 SMONTAGGIO DI PAVIMENTAZIONI IN LASTRICO	23
4.5 FRESATURA E SCARIFICA PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE	24
4.5.1 FRESATURA PAVIMENTAZIONI STRADALI	24
4.5.2 SCARIFICA PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI E STRADE	24
ARTICOLO 5. MOVIMENTI DI MATERIE	25
5.1 GENERALITÀ E DEFINIZIONI	25
5.2 PIANIFICAZIONE DEI LAVORI	25
5.2.1 Discariche e luoghi di deposito	26
5.2.2 Cave di prestito	26
5.2.3 Impianti di produzione di materiali riciclati	27
5.2.4 Campo prove per l'impiego dei materiali	31
5.2.5 Piano particolareggiato delle lavorazioni	32
5.3 QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI	32
5.3.1 Materiali sciolti naturali	32

5.3.2	Materiali riciclati.....	33
5.4	ESECUZIONE DEI LAVORI	35
5.4.1	Scavi e demolizioni per la formazione del corpo stradale ex novo	35
5.4.2	Demolizione delle sovrastrutture esistenti.....	38
5.4.3	Piano di posa dei rilevati	40
5.4.4	Corpo del rilevato	42
5.4.5	Stabilizzazione delle terre con calce o con calce e cemento	45
5.4.6	Massicci in terra rinforzata	49
5.4.7	Sottofondo.....	50
5.5	CONTROLLI 52	52
5.5.1	Controllo delle forniture.....	52
5.5.2	Controlli prestazionali sugli strati finiti e detrazioni	53
5.5.3	Riempimenti	56
ARTICOLO 6.	MURATURE	57
6.1	MURATURA A SECCO	57
6.2	MURATURA DI PIETREME CON MALTA.....	57
6.3	MURATURA IN MATTONI	57
6.4	PARAMENTI DELLE MURATURE	57
ARTICOLO 7.	CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI	57
7.1	CALCESTRUZZO DI MALTA ORDINARIO O CICLOPICO.....	57
7.2	CONGLOMERATI CEMENTIZI	58
ARTICOLO 8.	FORNITURA E POSA IN OPERA DI TUBAZIONI	58
8.1	GENERALITÀ.....	58
8.2	MISURE DEI MATERIALI.....	59
8.3	POSA IN OPERA DI FOGNATURE IN ELEMENTI PREFABBRICATI	60
8.3.1	Fognature prefabbricate in calcestruzzo di tipo normale	60
8.3.2	Fogne prefabbricate in calcestruzzo del tipo a bicchiere a giunto elastico	61
8.3.3	Norme comuni ai vari tipi di fogne prefabbricate in calcestruzzo	61
8.3.4	Fogne prefabbricate in p.v.c. tubazioni sezione circolare	62
ARTICOLO 9.	FONDAZIONI E BASI NON LEGATE.....	62
9.1	GENERALITÀ E DEFINIZIONI.....	62
9.2	QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI	63
9.2.1	Aggregati lapidei di primo impiego	63
9.2.2	Aggregati riciclati	64
9.2.3	Miscele	65
9.3	ACCETTAZIONE DELLE MISCELE	66
9.4	CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE	67
9.5	ESECUZIONE DEI LAVORI	67
9.6	CONTROLLI 67	67
9.6.1	Controllo delle forniture.....	67
9.6.2	Controlli prestazionali sugli strati finiti	68
ARTICOLO 10.	STRATI DI FONDAZIONE, SOTTOBASE E BASE IN MISTI A LEGANTE IDRAULICO E/O BITUMINOSO	70
10.1	MISTO CEMENTATO.....	70
10.1.1	Generalità e definizioni	70
10.1.2	Qualificazione dei materiali	71

10.1.3	Composizione delle miscele	74
10.1.4	Accettazione delle miscele	75
10.1.5	Confezionamento delle miscele	75
10.1.6	Esecuzione dei lavori	75
10.1.7	Controlli	76
ARTICOLO 11.MURATURA DI LASTRICO PER PAVIMENTAZIONI STRADALI		79
11.1	LAVORAZIONI SUPERFICIALI DEL LASTRICO	80
11.1.1	Punzecchiatura	80
11.1.2	Nastrino	80
11.1.3	Rigatura	81
11.1.4	Schiantinatura	81
11.1.5	Fiammatura	81
ARTICOLO 12.STRATI DELLA PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO.....		81
12.1	MISCELE PER STRATI DI BASE	81
12.1.1	Strati di base realizzati con conglomerati bituminosi tradizionali a caldo.....	81
12.1.2	Strati di base realizzati con conglomerati bituminosi a tiepido.....	91
12.1.3	Strati di base ottenuti dal riciclaggio a freddo con emulsione e cemento di conglomerati fresati	101
12.1.4	Strati di base ottenuti da stabilizzazione con bitume schiumato e cemento di materiali provenienti dalla pavimentazione esistente.....	108
12.2	Miscele per strati di binder	117
12.2.1	Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi tradizionali a caldo.....	117
12.2.2	Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi confezionati a tiepido	128
12.2.3	Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica.	138
12.2.4	Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded confezionati con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri sbr/nr secondo processo wet	147
12.3	Strati di usura in conglomerato bituminoso a caldo	157
12.3.1	Miscele per strati di usura tradizionali	157
12.3.2	Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded....	173
12.3.3	Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo open graded .	185
12.3.4	Manti di usura a tessitura ottimizzata realizzati con conglomerati bituminosi tipo dense graded	197
12.3.5	Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo dense graded contenenti argilla espansa	210
12.3.6	Manti di usura speciali tipo microtappeto.....	222
12.3.7	Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded confezionati con bitumi modificati mediante l'aggiunta di polimeri sbr/nr secondo processo wet..	234
12.4	Chiusini Tombini E Griglie.....	246
ARTICOLO 13.TRATTAMENTI BITUMINOSI A FREDDO.....		246
13.1	TRATTAMENTI SUPERFICIALI DI IRRUVIDIMENTO A FREDDO	246
13.1.1	Generalità e definizioni	246
13.1.2	Qualificazione dei materiali	247
13.1.3	Composizione dei trattamenti	248
13.1.4	Esecuzione dei lavori	249
13.1.5	Controlli	250
13.2	MICROTAPPETI A FREDDO (SLURRY SEALS)	252
13.2.1	Generalità e definizioni	252
13.2.2	Qualificazione dei materiali	252
13.2.3	Studio della miscela di progetto	254
13.2.4	Accettazione delle miscele	255
13.2.5	Esecuzione dei lavori	255
13.2.6	Controlli	256

ARTICOLO 14.INTERVENTI PER LA RIPARAZIONE DI BUCHE STRADALI CON CONGLOMERATO BITUMINOSO A FREDDO	257
14.1 COMPOSIZIONE	257
14.2 POSA IN OPERA.....	258
14.3 SOLIDIFICAZIONE	258
14.4 CONSERVAZIONE	258
ARTICOLO 15.CONGLOMERATI BITUMINOSI COLORATI PER STRATI DI USURA SPECIALI	259
15.1 MANTI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA REALIZZATI CON CONGLOMERATI BITUMINOSI COLORATI TIPO DENSE GRADED	259
15.1.1 Generalità e definizioni	259
15.1.2 Qualificazione dei materiali	259
15.1.3 Miscela	262
15.1.4 Esecuzione dei lavori	263
15.1.5 Controlli	266
15.2 Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded colorati	270
15.2.1 Generalità e definizioni	270
15.2.2 Qualificazione dei materiali	271
15.2.3 Miscela	274
15.2.4 Esecuzione dei lavori	275
15.2.5 Controlli	278
15.3 Manti di usura manti chiusi 0/12 realizzati con conglomerati bituminosi colorati per aree di sosta	282
15.3.1 Generalità e definizioni	282
15.3.2 Qualificazione dei materiali	282
15.3.3 Miscela	285
15.3.4 Esecuzione dei lavori	286
15.3.5 Controlli	289
15.4 Chiusini Tombini E Griglie.....	291
ARTICOLO 16.SIGILLATURA DELLE FESSURE E DEI GIUNTI DELLE PAVIMENTAZIONI.....	291
16.1 SIGILLATURA COLATA A CALDO	292
16.1.1 Materiali	292
16.1.2 Applicazione	295
16.1.3 Posa in opera	296
16.2 SIGILLATURA A FREDDO CON NASTRINO PREFORMATO.....	303
16.2.1 Materiali	303
16.2.2 Applicazione	305
16.2.3 Posa in opera	305
16.3 PROTOCOLLO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ADESIONE/COESIONE PER I SIGILLANTI APPLICATI A CALDO (PROCEDIMENTO CON IMMERSIONE IN ACQUA) - TEST 1.....	306
16.3.1 Preparazione e condizionamento dei provini	307
16.3.2 Procedura	307
16.3.3 Procedura dopo immersione in acqua.....	307
16.3.4 Risultati.....	307
16.4 PROTOCOLLO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ADESIONE/COESIONE PER I SIGILLANTI APPLICATI A CALDO - TEST 2	308
16.4.1 Preparazione e condizionamento dei provini	308
16.4.2 Procedura	308
16.4.3 Risultati.....	309
ARTICOLO 17.INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE	309
17.1 DEMOLIZIONI.....	309

17.2	RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A.	309
17.2.1	Ricostruzione di strutture in c.a. su superfici verticali o orizzontali	309
17.2.2	Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate	310
17.2.3	Impermeabilizzazione	311
17.3	GIUNTI DI DILATAZIONE	311
17.3.1	Asportazione dei giunti esistenti	311
17.3.2	Giunti di dilatazione ottenuti assemblando elementi esistenti	311
17.3.3	Nuovi giunti di dilatazione	312
17.4	IMPERMEABILIZZAZIONI PER PONTI E VIADOTTI	312
17.4.1	Premessa	312
17.4.2	Modalità di esecuzione del trattamento	312
17.4.3	Caratteristiche del tessuto non tessuto di poliestere:	312
17.4.4	Caratteristiche del bitume modificato:	313
ARTICOLO 18. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA		313
18.1	DIFESA IDRAULICA DEL CORPO STRADALE	313
18.2	CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA	313
18.2.1	Rivestimento in CLS	313
18.2.2	Rivestimento in CAV	313
18.2.3	Cordonature	314
18.3	TUBAZIONI 314	
18.3.1	Tubi in CAV	314
18.3.2	Tubi in acciaio	315
18.3.3	Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC)	315
18.3.4	Tubi di polietilene (PE):	316
18.3.5	Tubi drenanti in PVC:	316
18.4	CADITOIE STRADALI	316
18.4.1	Pozzetti	316
18.4.2	Griglie e chiusini	316
18.4.3	La tipologia	317
18.5	EMBRICI 317	
18.6	MANTELLATE DI RIVESTIMENTO SCARPATE	317
18.7	MANTELLATE IN GRIGLIATO ARTICOLATO	317
18.8	MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA	318
18.8.1	Struttura ad elementi incastrati per tombini	319
18.8.2	Struttura a piastre imbullonate multiple per tombini e sottopassi	319
18.8.3	Montaggio	319
18.8.4	Forme e dimensioni	319
18.8.5	Posa in opera	319
18.8.6	Costipamento e riempimento laterale	320
18.9	DRENAGGI 320	
18.9.1	Drenaggi del corpo stradale	320
18.9.2	Tubazioni perforate per drenaggi	321
18.9.3	Geotessili	321
18.9.4	Filtri drenanti granulari	322
18.10	CONTROLLI 322	
18.10.1	Calcestruzzo e acciaio	322
18.10.2	Elementi prefabbricati in CAV	322
18.10.3	Griglie e chiusini	322
18.10.4	Drenaggi	323
18.10.5	Tombini e manufatti di attraversamento del corpo stradale	323
ARTICOLO 19. SEGNALETICA VERTICALE		323

ARTICOLO 20. CARATTERISTICHE	324
20.1 Supporti UNI EN 12899-1:2008 (Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – segnali permanenti).....	324
20.2 FINITURA E COMPOSIZIONE DELLA FACCIA ANTERIORE DEL SEGNALE:	325
20.3 PELLICOLE:	326
20.4 RETRO DEI SEGNALI:	326
20.5 INDIVIDUAZIONE SUPPORTI A NORMA EUROPEA UNI EN 12899-1:2008 IN COMPOSITO DI RESINE, approvati ed autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti	326
20.6 CARATTERISTICHE E QUALITÀ DEI SOSTEGNI	326
20.6.1 Sostegni a palo.....	327
20.7 SEGNALI TEMPORANEI E DA CANTIERE	327
20.7.1 SUPPORTI DA CANTIERE	327
20.7.2 CAVALLETTI PER SEGNALI DA CANTIERE (a norma del C.d.S.)	327
20.7.3 PELLICOLE RETRORIFLETTENTI	328
ARTICOLO 21. SEGNALETICA ORIZZONTALE	328
21.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI RICHIESTE	328
21.2 VERNICI TERMOPLASTICHE SPRUZZATE	330
21.2.1 Condizioni di stabilità	330
21.2.2 Caratteristiche delle sfere di vetro	330
21.2.3 Idoneità di applicazione.....	331
21.2.4 Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento	331
21.2.5 Viscosità	331
21.2.6 Residuo	331
21.2.7 Contenuto di pigmento	331
21.2.8 Resistenza ai lubrificanti e carburanti.....	332
21.2.9 Prova di rugosità su strada	332
21.2.10 Diluente	332
21.3 SEGNALETICA IN LAMINATO ELASTO-PLASTICO AUTOADESIVO	332
21.3.1 Descrizione	332
21.3.2 Caratteristiche del materiale	332
21.3.3 Requisiti di accettazione.....	332
21.3.4 Posa in opera	333
21.4 SEGNALETICA IN TERMOPLASTICO PREFORMATO.....	334
21.4.1 Caratteristiche Tecniche	334
21.4.2 Posa in opera	334
21.5 CANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE	334

PREMESSA

Il presente Capitolato detta le Norme Tecniche per definire le lavorazioni necessarie per dare le opere previste nell'Appalto in oggetto, compiute a regola d'arte.

Le Norme Tecniche contenute all'interno del Capitolato Speciale possono essere di tipo *prescrittivo* o *prestazionale*. Le Norme del primo tipo si fondano sulla conoscenza della buona riuscita di precedenti realizzazioni, analoghe per tipologia e condizioni di esercizio; in tal senso l'Impresa viene guidata lungo il percorso realizzativo compreso tra la scelta dei materiali da impiegare e la loro posa in opera. Le Norme del secondo tipo, viceversa, definiscono le prestazioni che l'opera dovrà garantire al termine della sua realizzazione. Tali prestazioni sono associate a grandezze (parametri) di controllo che possono essere valutate, a prescindere dai materiali che saranno impiegati e dalle tecniche di lavorazione utilizzate (controllo globale), attraverso attrezzature e sistemi di prova specifici. Le prestazioni sono richieste per i materiali costituenti (se lavorati) e, principalmente per i prodotti composti ottenuti con essi ed altri, dopo la posa in opera; in mancanza di queste prestazioni sono previste riduzioni dei prezzi dell'elenco.

In considerazione di ciò, nei singoli articoli, oltre ai criteri per il rispetto delle prescrizioni, sono previsti controlli prestazionali che, in alternativa ai sistemi continui (da preferire, quando possibile), potranno essere di tipo puntuale; inoltre, si precisa che per la scelta dei materiali e dei livelli prestazionali è stato fatto riferimento al volume ed al tipo di traffico che interessa l'infrastruttura, come già descritto nei precedenti livelli di progettazione.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione.

Negli articoli descrittivi dei prodotti, costituenti o finali, sono indicate alcune prescrizioni di base ed i criteri di progetto. L'Impresa, infatti, oltre ad ottenere le prestazioni finali di cui sopra ha anche l'obbligo di fare eseguire a sue spese, le prove necessarie alla preventiva verifica di idoneità degli elementi componenti e delle miscele da Lei progettate (aggregati, bitume, additivi, ecc) e che essa intende adottare per ogni cantiere.

Gli studi di progetto, che accompagnano i materiali per le prove di verifica, corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate devono essere presentati alla D.L. e firmati dal responsabile dell'Impresa.

Il rispetto delle formulazioni originali e/o delle loro modifiche, anche se indicate dalla Stazione Appaltante, non eliminano la responsabilità dell'Impresa nell'ottenimento in opera delle prestazioni previste per i singoli strati e per il lavoro complessivo.

Durante i lavori, l'Impresa esecutrice deve attenersi alla formulazione definitiva di progetto indicata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della Stazione Appaltante un registro, vidimato dalla D.L. in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'Impresa con i risultati ottenuti.

La D.L. potrà comunque effettuare, in ogni momento a loro insindacabile giudizio, in cantiere di stesa ed in impianto, in relazione ai risultati su strada o sui campioni di laboratorio, in contraddittorio ed a spese dell'Impresa, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera: a seguito di questi controlli potrà intervenire in ogni momento sulle operazioni che non garantiscono i risultati richiesti.

Le prestazioni vincolanti da ottenere in opera sono riportate negli specifici articoli del presente Capitolato nei quali sono specificate anche le detrazioni da applicare qualora non siano state ottenute le prestazioni richieste.

ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DI MATERIALI E COMPONENTI

Per tutti i prodotti da costruzione, destinati cioè ad essere incorporati permanentemente in opere da costruzione, si applica il Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106 recante l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento UE n. 305/2011 sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione. Tale regolamento pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea il 4 aprile 2011 è entrato in vigore il 24 aprile 2011.

Tale decreto, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.159 del 10 luglio 2017, è entrato in vigore il 9 agosto 2017 ed ha abrogato e sostituito il D.P.R. n. 246/1993, che costituiva l'attuazione italiana della precedente normativa europea sui prodotti da costruzione.

Ad oggi, pertanto, riferimento operativo per la marcatura CE, la commercializzazione e l'utilizzo dei prodotti da costruzione rimane il Regolamento UE n. 305/2011, cui si aggiunge il decreto in oggetto, relativo agli aspetti di dettaglio

lasciati al livello nazionale come l'autorizzazione degli organismi di valutazione, gli strumenti di controllo del mercato e le sanzioni per il mancato rispetto degli obblighi stabiliti dal Regolamento.

Prima della posa in opera, i materiali devono essere riconosciuti idonei e accettati dalla Direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio e/o di certificazioni, anche da effettuarsi a richiesta della Direzione lavori e fornite dal produttore. Dopo la posa in opera, la direzione dei lavori potrà disporre l'esecuzione delle verifiche tecniche e degli accertamenti di laboratorio previsti dalle norme vigenti per l'accettazione delle lavorazioni eseguite.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'Appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

La D.L. ha la facoltà di richiedere il campionario di quei materiali che riterrà opportuno e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere. Inoltre è facoltà della Stazione Appaltante chiedere all'Appaltatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele dei conglomerati bituminosi o in calcestruzzo, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che l'Impresa ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L.; ciò non esenta tuttavia l'Impresa dalla responsabilità della riuscita delle opere anche per quanto dipendente dai materiali stessi.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione.

MARCATURA CE

Il Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che ha abrogato la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

Le Marcature CE sono certificazioni di prodotto obbligatorie per quanto riguarda i requisiti minimi di sicurezza che alcuni prodotti, rientranti in determinate Direttive della Comunità Europea, devono possedere.

La marcatura CE è l'indicazione di conformità del prodotto ai requisiti essenziali di sicurezza previsti da una o più direttive comunitarie applicabili al prodotto stesso; è esclusivamente la dichiarazione che sono stati rispettati i requisiti essenziali di sicurezza previsti dalla/e direttiva/e comunitaria/e applicabile/i sul prodotto. Nel caso ciò non fosse possibile, trattandosi di prodotto di dimensioni troppo piccole, dovrà essere applicata sull'eventuale imballaggio e sull'eventuale documentazione di accompagnamento. La marchiatura deve essere apposta dal fabbricante, se risiede nell'Unione Europea, altrimenti da un suo rappresentante, da lui autorizzato, stabilito nella UE. In mancanza anche di quest'ultimo, la responsabilità della marcatura CE ricade sul soggetto che effettua la prima immissione del prodotto nel mercato comunitario. La marcatura CE deve essere apposta prima che il prodotto sia immesso sul mercato, salvo il caso che direttive specifiche non dispongano altrimenti. La Norma Europea UNI EN 14351-1, in vigore da febbraio 2010, obbliga le imprese produttrici di serramenti a immettere nel mercato i propri prodotti con la marcatura CE, ha subito una revisione che è entrata in vigore dal 1° Dicembre 2010.

ARTICOLO 1. QUALITÀ DEI MATERIALI

I materiali da costruzione da impiegarsi nei lavori dovranno corrispondere a tutte le prescrizioni del presente Capitolato Speciale e della loro idoneità ad essere impiegati, sarà giudice inappellabile la Direzione dei Lavori.

Salvo speciali prescrizioni essi dovranno provenire da cave, fabbriche, depositi etc., scelti ad esclusiva cura dell'Appaltatore; il quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, etc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare, ed esso fosse quindi obbligato a ricorrere ad altre cave in località diverse od a diverse provenienze, intendendosi che anche in tali casi resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in Elenco come pure le prescrizioni relative alla qualità dei materiali.

L'Appaltatore è tenuto a far eseguire in cantiere, presso gli stabilimenti di produzione, presso i laboratori autorizzati, tutte le prove (prescritte dal presente Capitolato o dalla D.L.), sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti prefabbricati o formati in opera.

In particolare si prescrivono i seguenti requisiti:

1.1 ACQUA PER GLI IMPASTI

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e non contenere i solfati ed i cloruri in percentuale dannosa, esente da materie terrose o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

Dovrà avere un PH compreso fra 6 e 8 e torbidezza inferiore al 2%.

1.2 LEGANTI IDRAULICI

I cementi e gli agglomerati cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro risponderanno ai requisiti fissati dal D.M. 17/01/2018 *Norme tecniche per le costruzioni*, dalla Legge 15.11.1971, n° 1086 e dal D.M. del 16/06/76 e ss.mm.ii..

I leganti idraulici saranno forniti e conservati perfettamente asciutti.

Peraltro è riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di rifiutare quei cementi, di qualunque provenienza essi siano, che a suo esclusivo ed inappellabile giudizio non ritenesse adatti per il lavoro da eseguire.

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione e prove di cui alle norme vigenti riportate nel R.D. 16 novembre 1939, n° 2231.

1.3 GESSI

Il gesso sarà di recente cottura, fornito e conservato perfettamente asciutto e macinato da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a cmq..

1.4 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA

La ghiaia, la sabbia ed il pietrisco, scevri da sostanze friabili e terrose, polverulenti, organiche o comunque dannose, saranno bene assortiti in grandezza e costituiti da grani resistenti e non gelivi, provenienti da rocce compatte, non gessose né decomposte. Detti materiali quando servono alla formazione di calcestruzzi e malte, dovranno rispondere ai requisiti fissati dal D.M. 17/01/2018 *Norme tecniche per le costruzioni*, dalla L. 1086/1971 e a tutte le successive disposizioni, nonché alle norme emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) al riguardo. La granulometria degli impasti sarà fissata nei vari titoli di lavori o dall'apposita curva granulometrica indicata dalla Direzione dei Lavori.

Per le altre opere la Direzione dei Lavori fisserà, a seconda della loro natura, le dimensioni limite dei materiali; comunque gli elementi formanti le ghiaie ed i pietrischi dovranno passare almeno attraverso un vaglio a fori circolari di cm. 3 di diametro e non passare attraverso i fori di cm. 1 di diametro.

Il pietrischetto, per la ricopertura dei trattamenti superficiali, dovrà essere provvisto in elementi assortiti di dimensioni fra mm. 7 e mm. 20 ed assolutamente scevro da materie polverulenti.

La sabbia dovrà essere costituita da grani passanti allo staccio 2 UNI 2332 per murature in genere e grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332 per gli intonaci e le murature di paramento od in pietra da taglio.

La sabbia per conglomerati cementizi dovrà rispondere ai requisiti di cui al D.M. 17/01/2018 *Norme tecniche per le costruzioni* e al D.M. 27/07/1985, essere esente da sostanze organiche e presentare una perdita per decantazioni in acqua, inferiore al 2%.

1.5 MATTONI

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti. I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996. Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. Min. LL.PP. 20 novembre 1987.

1.6 PIETRE NATURALI E MATERIALI PORFIRICI

Le lastre di pietra naturale destinate all'utilizzo per la realizzazione di pavimentazioni stradali (carreggiate e/o marciapiedi) devono possedere marcatura CE. I requisiti prestazionali e i metodi di prova corrispondenti devono rispettare quanto previsto dalla norma UNI EN 1341:2013 "Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – requisiti e metodi di prova", oltre che le specifiche qui nel seguito riportate.

In generale le pietre da impiegarsi dovranno essere omogenee, a grana compatta, non gelive, esenti da screpolature, venature, piani di sfaldatura, sostanze estranee, scaglie, cavità, etc. Saranno da escludere le pietre eccessivamente marnose, gessose ed in generale tutte quelle alterabili dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei manufatti lavorati secondo prescrizione, sottoponendoli all'esame della D.L. Tali campioni, se accettati, saranno contrassegnati e conservati come termine di riferimento e confronto negli uffici della Direzione o in locali appositamente assegnati. Il campione di riferimento deve consistere in un numero di pezzi di pietra naturale di dimensioni sufficienti a indicare l'aspetto generale del lavoro finito; i singoli pezzi del campione devono avere superficie di almeno 0,1 mq e devono indicare la gamma d'aspetto in relazione a colorazione, schema della venatura, struttura fisica e finitura superficiale, mostrando inoltre caratteristiche specifiche della pietra quali fori naturali, inclusioni, macchie, etc. Il confronto tra il campione di produzione e il campione di riferimento sarà effettuato collocando i campioni accanto ed esaminandoli ad una distanza di circa 2 m in condizioni di luce naturale.

Le lavorazioni della faccia superiore delle lastre di pietra usate per la pavimentazione dovranno essere eseguite secondo quanto riportato nell'11.1.

La D.L. potrà eseguire le prove per l'accertamento dei requisiti chimico-fisici e meccanici e gli esami petrografici su campioni di pietra prelevati in cantiere per accertarne la provenienza e le caratteristiche.

In generale, facendo riferimento alla norma UNI EN 1341:2013 e qui richiamandone tutte le definizioni, ogni tipologia di pietra naturale oggetto di fornitura dovrà essere dotata di marcatura CE, con etichettatura affissa sull'imballaggio e sui documenti commerciali di accompagnamento, accompagnata dalle seguenti informazioni:

- nome e/o marchio identificativo del fabbricante;
- ultime due cifre dell'anno di applicazione della marcatura;
- riferimento alla norma EN 1341:2013;
- descrizione del prodotto e suo uso previsto:
 - a. nome generico: "lastre di pietra naturale";
 - b. nome tradizionale, famiglia petrologica, colore tipico e luogo di origine, in conformità alla EN 12440;
 - c. uso previsto: "per aree per la circolazione pedonale e/o veicolare esterna";
 - d. trattamento superficiale della pietra (tipo trattamento chimico, impiego di stucature, mastici o altri prodotti per fori naturali, faglie o fessure; se presente);
- prestazioni delle seguenti caratteristiche:
 - a. rilascio di sostanze pericolose;
 - b. resistenza a rottura valutata tramite resistenza a flessione determinata secondo EN 12372 dichiarandone il valore minimo atteso;
 - c. scivolosità valutata tramite resistenza allo scivolamento determinata secondo EN 14231 in condizioni di umidità;
 - d. durabilità della resistenza a rottura, alla scivolosità e allo slittamento valutata tramite:
 - i. resistenza al gelo/disgelo, misurata come la resistenza media a flessione (in MPa) dopo 56 cicli di gelo/disgelo, secondo il metodo di prova della EN 12371;

Per ogni fornitura di lastre di pietra naturale devono inoltre essere dichiarate le seguenti caratteristiche:

- resistenza all'abrasione, determinata secondo EN 14157 dichiarando il valore massimo atteso;
- assorbimento d'acqua, determinato secondo EN 13755 dichiarando il valore massimo atteso;
- massa volumica apparente e porosità aperta, determinate secondo EN 1936 dichiarando i valori medi;
- resistenza alla compressione allo stato secco e dopo cicli di gelività, determinate secondo EN 1926 e EN 12371 dichiarando i valori medi;
- descrizione petrografica comprendente il nome petrografico in conformità alla EN 12407.

La conformità delle lastre di pietra naturale ai requisiti indicati dalla norma UNI EN 1341 e alle prestazioni dichiarate deve essere dimostrata tramite:

- prove iniziali di tipo;

- controllo della produzione in fabbrica da parte del fabbricante, comprendente la valutazione del prodotto; nel rispetto della stessa norma UNI EN 1341.

Per ogni fornitura dovrà essere inoltre indicata la classificazione secondo la Carta delle Pietre Ornamentali della Regione Toscana e la relativa sigla, in riferimento al “P.R.A.E.R.” (Piano Regionale delle Attività Estrattive di Recupero delle Aree Escavate e di Riutilizzo dei Residui Recuperabili, approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n. 27 del 27 febbraio 2007).

Si evidenzia che le dimensioni delle lastre devono essere misurate in conformità alla EN 13373.

Ogni consegna di lastre di pietra naturale deve essere identificata mediante indicazione sulle etichette, sull’imballaggio e sui documenti di accompagnamento di: denominazione della pietra naturale secondo EN 12440; quantità e dimensioni delle lastre; massa delle lastre; massa e dimensioni dell’imballaggio. L’imballaggio deve fornire una protezione adeguata alle lastre, sia durante il trasporto che la movimentazione e l’accatastamento in cantiere, evitando il movimento delle lastre all’interno dell’imballaggio tramite fissaggio dei singoli pezzi. L’imballaggio deve essere tale da garantire la sicurezza contro la contaminazione in condizioni umide e asciutte ed essere di dimensioni e massa adeguate considerando i mezzi di trasporto e movimentazione di cui è previsto l’utilizzo in cantiere.

Nel caso in cui la fornitura preveda lastre di dimensioni e forme specifiche in funzione del disegno della pavimentazione da realizzare, le singole lastre dovranno essere contrassegnate da simboli e codici alfanumerici, da riportarsi anche sugli schemi grafici di posa della pavimentazione predisposti a carico dell’Appaltatore.

1.6.1 Pietraforte Alberese

Le forniture di lastre di pietra naturale di tipologia denominata sinteticamente “pietraforte alberese” devono rispettare tutte le prescrizioni ed indicazioni generali di cui sopra e garantire il raggiungimento delle prestazioni indicate nelle tabelle seguenti.

La pietraforte alberese dovrà provenire da cave situate nell’Appennino tosco-romagnolo.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che ad un attento esame non presentino omogeneità e compattezza e che non siano scevri da intrusioni scisto-argillose e da ghiaie, noccioli, smerigli, peli, marmi ed in generale da qualunque sostanza eterogenea; sarà così pure scartata la pietraforte che sia stata scavata dal fondo o dalla cima del filare.

TABELLA 1.1

PIETRAFORTE ALBERESE		
CARATTERISTICA	NORMA DI RIFERIMENTO	VALORE
Nome petrografico	EN 12440 EN 12407	Calcarenite
Nome tradizionale, famiglia petrologica	EN 12440	Pietraforte alberese
Colore tipico	EN 12440	da dichiarare
Luogo di origine	EN 12440	da dichiarare
Classificazione secondo Carta delle Pietre Ornamentali della Regione Toscana e relativa sigla	P.R.A.E.R. Regione Toscana Delib. CRT 27/2007	da dichiarare
P.A.E. di riferimento e relativa autorizzazione		da dichiarare
Marcatura CE del prodotto	UNI EN 1341:2013	Presente
Eventuali altre certificazioni		da dichiarare
Resistenza a rottura valutata tramite RESISTENZA A FLESSIONE	EN 12372	valore minimo atteso non inferiore a 21,0 MPa

Scivolosità valutata tramite RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO in caso di rugosità della superficie > 1 mm (misurata secondo EN 13373)		non scivoloso
Scivolosità valutata tramite RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO Finitura piano telaio	EN 14231 in condizioni di umidità	SRV non inferiore a 65
Resistenza al gelo/disgelo, misurata come la RESISTENZA MEDIA A FLESSIONE DOPO 56 CICLI DI GELO/DISGELO	EN 12371	valore medio non inferiore a 18,0 MPa
RESISTENZA ALL'ABRASIONE	EN 14157	valore massimo atteso non superiore a 22,0 mm
ASSORBIMENTO D'ACQUA	EN 13755	valore massimo atteso non superiore a 1%
MASSA VOLUMICA APPARENTE	EN 1936	valore medio non inferiore a 2600 kg/mc
POROSITÀ APERTA	EN 1936	valore medio non superiore a 2%
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE allo stato secco	EN 1926	valore medio non inferiore a 150 MPa
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE dopo cicli di gelività	EN 1926 EN 12371	valore medio non inferiore a 140 MPa

1.6.2 Pietra Arenaria Extra dura

Le forniture di lastre di pietra naturale di tipologia denominata sinteticamente “pietra arenaria extradura” devono rispettare tutte le prescrizioni ed indicazioni generali di cui sopra e garantire il raggiungimento delle prestazioni indicate nelle tabelle seguenti.

La pietra arenaria extradura dovrà provenire da:

- cave situate nel Comune di Firenzuola che rispettano i requisiti del “Disciplinare e Regolamento d’uso per la concessione del Marchio di Origine e controllo di qualità della pietra prodotta nel bacino di Firenzuola” approvati dal Comune di Firenzuola con Del. C.C. n. 25 del 17/04/2009;
- cave situate nell’Appennino tosco-romagnolo.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che ad un attento esame non presentino omogeneità e compattezza e che non siano scevri da intrusioni scisto-argillose e da ghiaie, noccioli, smerigli, peli, marmi ed in generale da qualunque sostanza eterogenea.

TABELLA 1.2

PIETRA ARENARIA EXTRADURA		
CARATTERISTICA	NORMA DI RIFERIMENTO	VALORE
Nome petrografico	EN 12440 EN 12407	Litarenite o Arenite terrigena
Nome tradizionale, famiglia petrologica	EN 12440	Pietra serena Pietra Arenaria Extradura
Colore tipico	EN 12440	da dichiarare
Luogo di origine	EN 12440	da dichiarare

Classificazione secondo Carta delle Pietre Ornamentali della Regione Toscana e relativa sigla	P.R.A.E.R. Regione Toscana Delib. CRT 27/2007	da dichiarare
P.A.E. di riferimento e relativa autorizzazione		da dichiarare
Marcatura CE del prodotto	UNI EN 1341:2013	Presente
Eventuali altre certificazioni		da dichiarare
Resistenza a rottura valutata tramite RESISTENZA A FLESSIONE	EN 12372	valore minimo atteso non inferiore a 18,0 MPa
Scivolosità valutata tramite RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO in caso di rugosità della superficie > 1 mm (misurata secondo EN 13373)		non scivoloso
Scivolosità valutata tramite RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO Finitura piano telaio	EN 14231 in condizioni di umidità	SRV non inferiore a 70
Resistenza al gelo/disgelo, misurata come la RESISTENZA MEDIA A FLESSIONE DOPO 56 CICLI DI GELO/DISGELO	EN 12371	valore medio non inferiore a 18,0 MPa
RESISTENZA ALL'ABRASIONE	EN 14157	valore massimo atteso non superiore a 20,0 mm
ASSORBIMENTO D'ACQUA	EN 13755	valore massimo atteso non superiore a 1%
MASSA VOLUMICA APPARENTE	EN 1936	valore medio non inferiore a 2600 kg/mc
POROSITÀ APERTA	EN 1936	valore medio non superiore a 3%
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE allo stato secco	EN 1926	valore medio non inferiore a 135 MPa
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE dopo cicli di gelività	EN 1926 EN 12371	valore medio non inferiore a 135 MPa

1.6.3 Pietra Arenaria Macigno

Le forniture di lastre di pietra naturale di tipologia denominata sinteticamente “pietra arenaria macigno” devono rispettare tutte le prescrizioni ed indicazioni generali di cui sopra e garantire il raggiungimento delle prestazioni indicate nelle tabelle seguenti.

Oltre ai requisiti di cui ai caratteri generali, la pietra arenaria Macigno dovrà provenire da:

- cave situate nel Comune di Greve in Chianti;
- cave situate in località Santa Brigida, Comune di Fiesole.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che ad un attento esame non presentino omogeneità e compattezza e che non siano scevri da intrusioni scisto-argillose e da ghiaie, noccioli, smerigli, peli, marmi ed in generale da qualunque sostanza eterogenea.

TABELLA 1.3

PIETRA ARENARIA MACIGNO		
CARATTERISTICA	NORMA DI RIFERIMENTO	VALORE

Nome petrografico	EN 12440 - EN 12407	Arenaria quarzoso-feldspatica
Nome tradizionale, famiglia petrologica	EN 12440	Pietra macigno
Colore tipico	EN 12440	da dichiarare
Luogo di origine	EN 12440	da dichiarare
Classificazione secondo Carta delle Pietre Ornamentali della Regione Toscana e relativa sigla	P.R.A.E.R. Regione Toscana - Delib. CRT 27/2007	da dichiarare
P.A.E. di riferimento e relativa autorizzazione		da dichiarare
Marcatura CE del prodotto	UNI EN 1341:2013	Presente
Eventuali altre certificazioni		da dichiarare
Resistenza a rottura valutata tramite RESISTENZA A FLESSIONE	EN 12372	valore minimo atteso non inferiore a 14,0 MPa
Scivolosità valutata tramite RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO in caso di rugosità della superficie > 1 mm (misurata secondo EN 13373)		non scivoloso
Scivolosità valutata tramite RESISTENZA ALLO SCIVOLAMENTO Finitura piano telaio	EN 14231 in condizioni di umidità	SRV non inferiore a 65
Resistenza al gelo/disgelo, misurata come la RESISTENZA MEDIA A FLESSIONE DOPO 56 CICLI DI GELO/DISGELO	EN 12371	valore medio non inferiore a 13,0 MPa
RESISTENZA ALL'ABRASIONE	EN 14157	valore massimo atteso non superiore a 22,0 mm
ASSORBIMENTO D'ACQUA	EN 13755	valore massimo atteso non superiore a 1%
MASSA VOLUMICA APPARENTE	EN 1936	valore medio non inferiore a 2600 kg/mc
POROSITÀ APERTA	EN 1936	valore medio non superiore a 4%
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE allo stato secco	EN 1926	valore medio non inferiore a 90 MPa
RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE dopo cicli di gelività	EN 1926 EN 12371	valore medio non inferiore a 80 MPa

1.6.4 Materiali porfirici

Tutti i materiali porfirici trattati nel presente Capitolato Speciale devono provenire esclusivamente da cave ove si coltiva il Porfido stratificato a piani in vista naturali di cava.

Le caratteristiche fisico - meccaniche dei porfidi rientrano nei seguenti limiti, stabiliti da ricerche e prove dell'Università di Pisa:

TABELLA 1.4

<u>MATERIALI PORFIRICI</u>	
<u>REQUISITI FISICO-MECCANICI</u>	
CARATTERISTICA	VALORE RICHIESTO
carico di rottura a compressione	kg/cm ² 2602/2902
carico di rottura e compressione dopo gelività	kg/cm ² 2556/3023
coefficiente di inibizione (in peso)	% 5,25/7,65
resistenza a flessione	kg/cm ² 227/286
prova d'urto: altezza minima di caduta	cm 60/69
coefficiente di dilatazione lineare termica	mm/m1°C 0,00296/0,007755
usura per attrito radente	mm 0,36/0,60
peso per unità di volume	kg/m ³ 2543/2563

Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici che saranno accettati sono esclusivamente: grigio -rosso e grigio -viola.

1.6.4.1 Cubetti

Sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato.

Essi vengono distinti, a seconda della lunghezza in cm di detto spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6 -6/8 - 8/10 -10/12. Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati, con la tolleranza di cm 1.

I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali tra loro.

La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà presentare eccessiva ruvidità.

Le quattro facce laterali sono ricavate a spacco e si presentano quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra.

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso, con la tolleranza prevista.

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate.

I cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi;

1.6.4.2 Piastrelle a spacco regolari

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco, lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Maggiori o minori spessori potranno essere richiesti dalla Direzione Lavori per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti.

E' consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di non più di 1 cm.

Le coste dovranno essere ortogonali al piano o in leggera sottosquadra.

Le larghezze di norma saranno comprese tra 20 e 40 cm.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze.

Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 m² sarà compreso tra i 90/100 kg.

1.6.4.3 Piastrelle fresate

La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti dalla D.L. per impieghi particolari.

Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50.

Le lunghezze sono “a correre” in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 m² sarà compreso tra i 90/100 kg.

1.6.4.4 Binderi

Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni.

La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava.

Le coste, a spacco, dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:

- a) larghezza cm 10 - lunghezza cm 20/30 - spessore cm 6/10 - peso kg 22 circa per ml;
- b) larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/30 - spessore cm 10/15 - peso kg 32 circa per ml.

1.6.4.5 Binderi giganti

Per formazione di marciapiedi e aiuole o delimitazioni.

La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava.

Le coste, a spacco, dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra. Le dimensioni sono:

- a) larghezza cm 12 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 45 circa per ml;
- b) larghezza cm 14 - lunghezza cm 20/40 - spessore cm 15/20 - peso kg 55 circa per ml.

1.6.4.6 Cordoni a spacco

Dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) a spacco di cava.

Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato.

L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/30 peso per ml kg 25
- cm 7 x 20/30 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/30 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/30 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/30 peso per ml kg 85
- cm 15 x 20/30 peso per ml kg 110

1.6.4.7 Cordoni segati

Dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) fresato.

Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato.

L'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm, la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.

Le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

- cm 5 x 20/25 peso per ml kg 25
- cm 7 x 20/25 peso per ml kg 40
- cm 8 x 20/25 peso per ml kg 45
- cm 10 x 20/25 peso per ml kg 65
- cm 12 x 20/25 peso per ml kg 85

cm 15 x 20/25 peso per ml kg 110

1.6.5 Gradini massicci

Dovranno essere a piano superiore naturale di cava; la costa vista spessorata da cm 6 a cm 20. Le testate e la costa interna dovranno essere a spacco o segate. La lunghezza in misura fissa o “a correre”, la larghezza a richiesta (cm 42).

Le coste viste potranno essere lavorate a spacco, a punta grossa o fine, bocciardate o fiammate.

1.7 MALTE PREMISCELATE PER ALLETTAMENTO E STUCCATURA DI PAVIMENTAZIONI IN LASTRICO

Le malte premiscelate impiegate per la realizzazione di allettamenti e/o stuccature di pavimentazioni in lastrico a destinazione carrabile/pedonale devono possedere caratteristiche specifiche tali da garantire il raggiungimento di prestazioni elevate ed in minor tempo rispetto ai materiali tradizionalmente impiegati. In generale, devono essere rispettate le seguenti specifiche:

- la malta deve essere costituita da premiscelato in polvere pronto all'uso, per il quale deve essere necessaria la sola mescolatura con acqua; il prodotto deve essere confezionato in sacchi (salvo diversa indicazione della Direzione Lavori);
- la pavimentazione realizzata con le malte premiscelate di cui al presente capitolo deve diventare pedonabile entro un tempo massimo di 24 ore e carrabile entro un tempo massimo di 7 giorni (riferito a condizioni meteo con temperature non inferiori a 10 °C);
- il prodotto deve possedere elevate resistenze meccaniche (secondo quanto indicato nei paragrafi seguenti);
- la malta deve garantire la realizzazione di pavimentazioni ad elevata durabilità anche in ambienti soggetti a saturazione, a cicli di gelo e disgelo in presenza di sali disgelanti e acqua di mare (condizioni ambientali classificate dalla EN 206 come XF4 e XS3);
- i prodotti impiegati devono garantire l'ottenimento ed il mantenimento di colorazioni omogenee, uniformi ed in tonalità coerenti con il contesto di intervento (materiale lapideo impiegato per il lastrico) e comunque secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
- i prodotti impiegati devono essere conformi alle prescrizioni del Reg. (CE) N. 1907/2006 (REACH).

Nei paragrafi seguenti vengono definite le specifiche dei vari materiali.

1.7.1 Malte premiscelate per allettamenti

Gli allettamenti realizzati con il materiale di cui al presente paragrafo devono essere realizzati con malta premiscelata realizzata con speciali leganti ed aggregati selezionati in curva granulometrica (diametro max 3,5 mm) e additivi specifici.

Lo spessore dello strato di allettamento deve essere non inferiore a 7 cm, mescolando con il quantitativo d'acqua necessario ad ottenere una consistenza “plastica” (circa 9%). Il mescolamento deve essere effettuato con adeguato sistema meccanico.

La malta impiegata deve possedere le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

TABELLA 1.5

REQUISITI MALTE PREMISCELATE PER ALLETTAMENTO	
CONSISTENZA	Polvere
GRANULOMETRIA MASSIMA	3,5 mm
VALORE DI PH	12 (a 20 °C)
RESISTENZA A COMPRESSIONE (EN 13892/1-2)	
dopo 1 giorno	> 25 MPa
dopo 7 giorni	> 45 MPa
dopo 28 giorni	> 60 MPa
RESISTENZA A FLESSIONE (EN 13892/1-2)	
dopo 1 giorno	> 4 MPa

dopo 7 giorni	> 5 MPa
dopo 28 giorni	> 8 MPa

1.7.2 Malte premiscelate per stuccature

Le stuccature realizzate con il materiale di cui al presente paragrafo devono essere realizzate con malta premiscelata realizzata con speciali leganti ed aggregati selezionati in curva granulometrica (diametro max 2,0 mm) e additivi specifici.

Il mescolamento deve essere effettuato con adeguato sistema meccanico. La stuccatura deve essere realizzata con la tecnica “fresco su fresco”, quindi eseguita nella stessa giornata della posa del lastrico.

La malta impiegata deve possedere le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

TABELLA 1.6

REQUISITI MALTE PREMISCELATE PER STUCCATURE	
CONSISTENZA	Polvere
GRANULOMETRIA MASSIMA	2,0 mm
VALORE DI pH	12 (a 20 °C)
MODULO ELASTICO	< 30 GPa
RESISTENZA A COMPRESSIONE (EN 13892/1-2)	
dopo 1 giorno	> 15 MPa
dopo 7 giorni	> 45 MPa
dopo 28 giorni	> 55 MPa
RESISTENZA A FLESSIONE (EN 13892/1-2)	
dopo 1 giorno	> 3 MPa
dopo 7 giorni	> 5 MPa
dopo 28 giorni	> 8 MPa

1.7.3 Malte premiscelate pozzolaniche per stuccature

Le stuccature realizzate con il materiale di cui al presente paragrafo devono essere realizzate con malta premiscelata pozzolanica a bassissimo assorbimento d’acqua e ad elevate resistenze meccaniche; il materiale deve essere a presa rapida, costituito da una miscela di speciali leganti idraulici, inerti di granulometria calibrata e speciali polimeri.

Il mescolamento deve essere effettuato con adeguato sistema meccanico. La stuccatura deve essere realizzata con la tecnica “fresco su fresco”, quindi eseguita nella stessa giornata della posa del lastrico.

La malta impiegata deve possedere le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

TABELLA 1.7

REQUISITI MALTE PREMISCELATE POZZOLANICHE PER STUCCATURE	
CONSISTENZA	Polvere
RESIDUO SOLIDO	100 %
MASSA VOLUMICA APPARENTE (kg/m ³)	≥ 1.600
MASSA VOLUMICA DELL’ (kg/m ³)	≥ 1.900

1.8 LEGNAMI

Per la nomenclatura delle specie, si farà riferimento alle norme UNI 2853, 2854 e 3917; per le dimensioni degli assortimenti alla UNI 3517, per i difetti alla UNI 3016; per la misurazione e cubatura alla UNI 3518.

I legnami di qualsiasi essenza risponderanno alle prescrizioni di cui al R.D. 10.10.1912 e ss. mm. e successive modifiche e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

1.9 MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciatore, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucatura e simili.

In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle 17/01/2019 Norme Tecniche Costruzioni.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalla Normativa vigente in materia, dalle norme U.N.I., e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- **Ferro** - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.
- **Acciaio dolce laminato** - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra. Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare.
- **Acciaio per cemento armato** - L'acciaio impiegato nelle strutture in conglomerato cementizio armato dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17/01/2009 *Norme Tecniche per le Costruzioni*, nonché alle prescrizioni di cui agli allegati della circolari applicative. Il Direttore dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere, secondo la normativa vigente.
- **Acciaio per strutture metalliche** - L'acciaio impiegato nelle strutture metalliche dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 17/01/2009 *Norme Tecniche per le Costruzioni* per acciaio laminato, per acciaio per getti, per acciaio per strutture saldate; gli elettrodi per saldature dovranno rispondere alle prescrizioni ivi contenute e così i bulloni e i chiodi. Tutte le forniture devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e essere riconoscibili per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibili allo stabilimento di produzione, tramite marchiatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, dalla quale risulta, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione. Ogni fornitura in cantiere di elementi e presaldati, presagomati o pre-assemblati deve essere accompagnata dalla documentazione prevista dal D.M. Ministero Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 N.T.C..
- **L'acciaio resistente alla corrosione atmosferica**, di tipo CORTEN e simili, dovrà corrispondere alle caratteristiche meccaniche previste per il tipo S355 dalle vigenti norme tecniche ed inoltre essere idoneo all'impiego alla temperatura di -15° C° senza pericolo di rottura fragile. Pertanto il materiale deve avere una resistenza secondo UNI 4713 non inferiore 3,5 Kg/cm² misurata a tale temperatura. Tale tipo di acciaio dovrà essere calmato e la sua analisi chimica dovrà essere tale da determinare nei confronti della corrosione una forte resistenza che gli consenta di essere impiegato allo stato nudo senza la necessità di prevedere un rivestimento protettivo. I bulloni impiegati nelle giunzioni di manufatti in Corten dovranno essere di questo stesso materiale.
- **Ghisa** - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

La D.L., a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddette disposizioni di legge.

1.10 SEGNALI STRADALI

La segnaletica orizzontale e verticale sarà realizzata conformemente e nel rispetto delle disposizioni tecnico-normative del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. n. 285/1992 del 30 Aprile 1992 e ss.mm.ii.) e del relativo Regolamento di Attuazione (D.P.R. n. 495/1992 del 16 Dicembre 1992 e ss.mm.ii.) e ulteriori norme di riferimento (Norme UNI EN 1436).

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare campioni rappresentativi per la relativa accettazione preliminare.

ARTICOLO 2. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori, definitivi e provvisori, saranno eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e secondo le prescrizioni che in corso di esecuzione verranno impartite dalla Direzione dei Lavori, rimanendo stabilito che l'Impresa attuerà, a sua cura e spese, tutti i provvedimenti necessari per prevenire danni sia alle persone, sia alle cose, intendendosi pertanto, che l'Amministrazione appaltante resterà sollevata ed indenne da qualsiasi responsabilità verso terzi e da qualunque molestia giudiziaria che dovesse derivare dall'esecuzione dei lavori.

In particolare l'Impresa dovrà adottare tutte le cautele ed i mezzi d'opera atti a prevenire danni che potessero verificarsi ai fabbricati, servizi e beni circostanti, in dipendenza dell'esecuzione dei lavori ed accertare eventualmente in contraddittorio con i proprietari od enti interessati, la consistenza dei fabbricati, beni o servizi, rimanendo fin d'ora pattuito che l'Impresa ed essa sola è responsabile degli eventuali danni ad essi arrecati e come tale è tenuta al loro risarcimento.

In genere l'Appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale.

L'Amministrazione Comunale si riserva il diritto insindacabile di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che crederà più conveniente, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Per tutte quelle categorie di lavoro per le quali non si trovino nel presente Capitolato prescritte speciali norme, l'Appaltatore dovrà seguire i migliori procedimenti prescritti dalla tecnica, attenendosi agli ordini che all'uopo impartirà la Direzione dei Lavori.

ARTICOLO 3. CONTROLLO PROVE E CONSEGNA DEI MATERIALI

L'Impresa ha l'obbligo di ammettere, nei propri cantieri, il personale indicato dalla Direzione dei Lavori per la sorveglianza e controllo nella preparazione dei conglomerati cementizi in centrali di betonaggio, dei pietrischetti bitumati e dei conglomerati bituminosi, fornire personale e mezzi per l'accertamento delle prescrizioni di Capitolato.

Le prove comprovanti l'idoneità dei materiali impiegati dovranno essere fatte da laboratori universitari autorizzati a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Appaltatore.

La consegna dei materiali dovrà avvenire nelle strade a piè d'opera, o nei cantieri comunali o nelle piazzole predisposte in qualunque località del territorio comunale a cura dell'Impresa, secondo gli ordini ricevuti.

Sono a carico dell'Impresa tutte le operazioni di carico, trasporto e scarico, accatastamento e misura dei materiali, essendo tali oneri compresi nei prezzi unitari.

Le forniture avranno la durata prevista nell'apposito articolo, ma l'Amministrazione si riserva il diritto di richiederle in quelle quantità e con la gradualità che riterrà necessaria, stabilendo, di volta in volta, con buoni di ordinazione i quantitativi di materiale ed i termini di consegna senza che l'Impresa abbia diritto a compenso alcuno.

L'Appaltatore dovrà recarsi tutti i giorni presso la Direzione Lavori per ricevere i relativi ordini.

I materiali misurabili a volume secondo l'Elenco Prezzi, potranno essere misurati al loro arrivo con carico assestato nel camion, oppure in cataste di forma geometrica disposte a cura dell'Impresa.

L'Impresa si obbliga a consegnare i materiali con automezzi muniti di cassone regolare, col carico perfettamente spianato, senza vuoti, né cumuli, in modo che risulti un perfetto parallelepipedo.

Il personale del Comune ha l'obbligo di respingere i carichi che non corrispondono al solido di parallelepipedo.

I materiali valutabili a peso dovranno essere accompagnati da note pesi controllabili con le bascule dei cantieri od alla pesa pubblica.

Ogni carico inoltre, dovrà essere accompagnato da un buono di consegna con l'indicazione esatta del materiale corrispondente alle voci di Capitolato e della misura dei materiali.

ARTICOLO 4. SCAVI E DEMOLIZIONI

Gli scavi, comunque occorrenti, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la D.L. in sede esecutiva. Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà dell'Amministrazione: la D.L. ne disporrà il riutilizzo se ritenuti idonei, oppure l'allontanamento a impianto di trattamento, pubblica discarica o ai magazzini comunali.

4.1 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento si intendono quelli necessari all'apertura della sede stradale, piazzali etc. e comunque quelli occorrenti per l'impianto di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o spleamenti eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Detti scavi dovranno essere dall'Impresa convenientemente armati con sbadacchiature od anche, se la natura del terreno lo richiede, con casseri a tenuta.

Degli eventuali franamenti di scarpate, dovuti a deficiente armatura dei cavi od altra causa qualsiasi, non sarà tenuto conto agli effetti contabili.

Il volume degli scavi verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate.

4.2 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui al precedente punto, chiusi tra pareti verticali (o meno) e riproducenti il perimetro delle fondazioni.

Dovranno essere spinti alla profondità ritenuta necessaria dalla D.L. e/o indicata negli elaborati progettuali.

Sono da considerarsi scavi di fondazione anche quelli eseguiti per dar luogo a fogne, condotti, fossi e cunette, per la parte che ricade sotto il piano di spleamento.

La cubicità degli sterri sarà desunta dal cavo effettuato secondo i disegni di progetto e gli ordini ricevuti, senza tener conto dell'aumento di volume delle materie escavate, né del volume che provenisse da smottamenti e frane dovute a qualsiasi causa, essendo stato tale onere considerato nello stabilire il prezzo degli sterri di che all'unito elenco.

Per la misurazione degli sterri, come di tutte le altre opere, si adotteranno metodi esclusivamente geometrici.

I rinterri dovranno essere pestonati a strati di altezza non superiore ai cm. 30, in modo da evitare qualsiasi cedimento e dovranno essere sagomati nella superficie superiore secondo i piani che verranno dati dalla Direzione dei Lavori. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti al disotto di 20 cm. dal livello a cui si stabiliscono le acque filtranti.

4.3 DEMOLIZIONI

Le demolizioni si eseguiranno in modo da non danneggiare le eventuali rimanenti parti delle opere da conservare, rimanendo a carico dell'Appaltatore il ripristino delle parti indebitamente demolite o danneggiate.

I materiali inutilizzabili di risulta verranno portati al pubblico scarico a cura e spese dell'Impresa stessa.

I materiali idonei resteranno di proprietà dell'Amministrazione e potranno essere reimpiegati: competerà all'Appaltatore l'onere di trasporto e accatastamento nei depositi indicati dalla D.L.

L'Impresa rimane responsabile delle rotture e dei guasti, che per negligenza o malanimo si verificassero nei materiali stessi, pertanto, prima di iniziare i lavori dovrà essere accertato lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire.

Se non diversamente disposto, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, il tipo e la quantità di opere provvisorie, il tipo dei macchinari, la quantità di personale. L'Amministrazione, la D.L. ed il personale preposto alla sorveglianza resteranno esclusi da responsabilità connesse all'esecuzione dei lavori cui trattasi.

4.4 SMONTAGGIO DI PAVIMENTAZIONI IN LASTRICO

Le operazioni di smontaggio di pavimentazioni in lastrico devono essere effettuate al fine di consentire il riutilizzo del materiale rimosso, evitandone il danneggiamento. In nessun caso è consentita la demolizione del lastrico esistente, né il suo allontanamento dall'area di cantiere (salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori).

Lo smontaggio del lastrico esistente deve essere eseguito sviluppando le seguenti operazioni:

1. esecuzione di rilievo grafico e fotografico delle quote, delle pendenze longitudinali e trasversali, della disposizione e misura dei filari o comunque della geometria della pavimentazione, della posizione di eventuali pezzi speciali della pavimentazione, nonché di tutte le altre caratteristiche funzionali al ripristino della pavimentazione; tali rilievi dovranno essere custoditi presso il cantiere e forniti su supporto digitale alla Direzione Lavori prima dell'avvio delle operazioni di smontaggio;
2. esecuzione di taglio con sega diamantata ad acqua in corrispondenza dei giunti della pavimentazione, spinto fino alla profondità dell'allettamento del lastrico esistente; è da evitarsi in ogni caso il taglio delle lastre esistenti;
3. rimozione del lastrico mediante scalzamento tramite mezzi manuali e/o meccanici, operando sulla faccia inferiore degli elementi lapidei e comunque evitandone il danneggiamento nella faccia superiore e sui bordi;
4. esecuzione di cernita degli elementi non più riutilizzabili, dietro supervisione della Direzione Lavori; tali elementi non più riutilizzabili dovranno essere debitamente smaltiti in discarica o in impianti di recupero autorizzati;
5. esecuzione di pulizia, scalcinatura, rimozione di eventuali residui di malta e/o conglomerato bituminoso e/o vernice dalle lastre smontate;
6. esecuzione di eventuale riquadratura degli elementi di lastrico rimosso per l'eliminazione di spigoli, punte e rotture, secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
7. esecuzione di accatastamento in cantiere del materiale da riutilizzarsi nel cantiere stesso e/o impancalamento del lastrico rimosso e riutilizzabile e suo trasporto presso i depositi comunali secondo indicazioni della Direzione Lavori;
8. esecuzione di carico, trasporto, scarico e conferimento a discarica o ad impianto di recupero autorizzato del materiale di risulta.

Il lastrico smontato dovrà essere impancalato previa selezione al fine di formare pancali omogenei per dimensioni e forme delle lastre. I pancali dovranno essere formati in maniera che non sia pregiudicata la stabilità del materiale impancalato, definendo quindi, in funzione delle caratteristiche del lastrico smontato, il numero massimo di lastre destinabili al singolo pancale, il numero di strati sul singolo pancale ed il suo peso complessivo; dovranno essere impiegati pancali in legno in ottime condizioni, privi di rotture e/o inumidimenti; il materiale posto sui pancali dovrà essere fasciato con teli trasparenti in P.V.C., P.E. o simili. Esclusivamente in caso di riutilizzo previsto in loco, previo accordo con la Direzione Lavori, si potrà prevedere l'accatastamento del lastrico smontato all'interno dell'area di cantiere, nel rispetto delle previsioni progettuali e delle relative prescrizioni in tema di sicurezza del cantiere.

Si evidenzia che, durante l'esecuzione delle operazioni di smontaggio della pavimentazione e di scavo, è specifico compito ed obbligo dell'Appaltatore la segnalazione di eventuali guasti o rotture delle infrastrutture presenti nel sottosuolo, quali ad esempio reti di sottoservizi, allacci, pozzetti, cavidotti, nonché la segnalazione di eventuali rinvenimenti a carattere archeologico o simili. In esito a tali rinvenimenti, si dovrà avvisare la Direzione Lavori; resta inteso che, qualora ciò comportasse la necessità di lavori da parte dell'A.C. o di soggetti terzi, l'Operatore è tenuto a consentirne l'esecuzione, cedendo temporaneamente parte del cantiere o anche sospendendo le proprie attività, al fine di completare il ripristino della pavimentazione in un'unica volta nell'ottica dell'interesse pubblico.

4.5 FRESATURA E SCARIFICA PAVIMENTAZIONI BITUMINOSE

4.5.1 FRESATURA PAVIMENTAZIONI STRADALI

La scarifica della della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, dovrà essere realizzata con idonea macchina fresatrice a freddo e pulizia del cavo fresato con idonee spazzolatrici/aspiratrici, in modo da risultare regolare e privo di "residui" mobili di ogni natura con particolare attenzione alle pareti laterali.

L'operazione di fresatura dovrà essere effettuata, in modo tale da ottenere un materiale fresato di natura omogenea, riconducibile alle seguenti categorie:

- materiale derivante dalla fresatura dello strato in conglomerato bituminoso (Tappeto d'Usura e Binder);
- altre tipologie di materiale anche con presenza terrigena.

L'operazione di fresatura dovrà perseguire l'economicità e l'efficienza delle lavorazioni successive, realizzando una superficie planare e conforme alla sagoma trasversale prescritta, al fine di stendere uno strato d'usura di spessore costante.

Il materiale di risulta resta di proprietà dell'impresa alla quale compete il carico trasporto e conferimento ad impianto di recupero o a discarica autorizzata.

Il materiale "fresato" sarà destinato al recupero come definito dall'art. 183 co. 1 lettera t) del D.Lgs. 152/2006, con le modalità previste dal Decreto n. 69 del 28 marzo 2018 *"Regolamento recante la disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell'art. 184-ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152"*.

Lo smaltimento a discarica costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, e sarà possibile nei soli casi in cui vi sia l'impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero, sulla base dei risultati di analisi e test di cessione.

4.5.2 SCARIFICA PAVIMENTAZIONI DI MARCIAPIEDI E STRADE

La scarifica superficiale di pavimentazione bitumata sarà eseguita con mezzi meccanici e manuali compresa la pulizia del cavo, in modo da risultare regolare e privo di "residui" mobili di ogni natura con particolare attenzione alle pareti laterali.

L'operazione di scarifica dovrà essere effettuata, in modo tale da ottenere un materiale di natura omogenea, riconducibile alle seguenti categorie:

- materiale derivante dalla scarifica dello strato in conglomerato bituminoso (Tappeto d'Usura);
- altre tipologie di materiale anche con presenza terrigena.

Il materiale in conglomerato bituminoso sarà destinato al recupero come definito dall'art. 183 co. 1 lettera t) del D.Lgs. 152/2006, con le modalità previste dal Decreto n. 69 del 28 marzo 2018 *"Regolamento recante la disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell'art. 184-ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152"*.

Lo smaltimento a discarica costituisce la fase residuale della gestione dei rifiuti, e sarà possibile nei soli casi in cui vi sia l'impossibilità tecnica ed economica di esperire le operazioni di recupero, sulla base dei risultati di analisi e test di cessione.

ARTICOLO 5. MOVIMENTI DI MATERIE

5.1 GENERALITÀ E DEFINIZIONI

Il corpo stradale è il solido altimetricamente compreso tra il piano di campagna e il piano viabile. Al di fuori dei tratti occupati da opere d'arte maggiori (ponti, viadotti e gallerie), il corpo stradale si realizza attraverso movimenti di materie con la costruzione di rilevati e l'apertura di trincee.

Il rilevato è la porzione del corpo stradale altimetricamente compresa tra il suo piano di posa (di norma complanare a quello di campagna) e quello di posa della sovrastruttura stradale.

Il corpo del rilevato è la porzione di rilevato altimetricamente compresa tra il suo piano di posa e il piano di posa del sottofondo.

Il sottofondo è lo strato di materiale (tradizionalmente terroso) costituente il fondo di uno scavo o la parte superiore di un rilevato, avente caratteristiche atte a costituire adeguato appoggio alla sovrastruttura; tale deve considerarsi il materiale sino ad una profondità alla quale le azioni indotte dai carichi mobili sono apprezzabili ed influenti sulla stabilità dell'insieme (di solito dell'ordine di 100 cm).

Nei movimenti di materiali si distinguono le seguenti lavorazioni:

1. lo smacchiamento generale (taglio di alberi arbusti e cespugli, estirpazioni delle radici), nonché lo scoticamento e la rimozione del terreno vegetale (o a rilevante contenuto di sostanze organiche);
2. gli scavi di sbancamento per l'apertura della sede stradale in trincea, per la predisposizione dei piani di appoggio dei rilevati e per le opere di pertinenza stradali;

3. gli scavi a sezione ristretta per l'impianto di opere d'arte, gli scavi subacquei, le demolizioni, gli scavi in roccia;
4. la formazione dei rilevati, compreso lo strato superiore di questi su cui poggia la pavimentazione stradale (sottofondo).

Per la costruzione dei rilevati e dei sottofondi è consentito l'impiego sia di materiali naturali, sia di materiali riciclati provenienti da attività di costruzione o demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998. I materiali riciclati possono essere miscelati tra loro e anche con terre naturali.

L'adozione di tecnologie, materiali e prodotti di tipo innovativo, diversi dalle terre, può essere prevista nel progetto; in questi casi, per la qualificazione e i controlli dei materiali, l'Impresa deve attenersi alle specificazioni di progetto.

In presenza di esigenze tecniche particolari, l'Impresa può anche proporre l'impiego di materiali non previsti espressamente in progetto, ma sempre nel rispetto del quadro economico. In questo caso i materiali devono essere sottoposti, prima del loro impiego, ad adeguate verifiche e, se necessario, a prove di laboratorio per accertarne l'idoneità alla particolare utilizzazione prevista, secondo le specifiche indicate nei paragrafi seguenti. Gli oneri delle prove e delle verifiche sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

5.2 PIANIFICAZIONE DEI LAVORI

Con riferimento alla verifica del progetto ed alle lavorazioni per la formazione del corpo stradale in trincea ed in rilevato, l'Impresa deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, indicando le fonti di approvvigionamento dei materiali, le discariche e i siti di deposito, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su determinazioni sperimentali di laboratorio e su prove in vera grandezza.

Detta indagine si articola di norma come segue:

1. rilievo geometrico diretto dell'andamento morfologico del terreno in corrispondenza delle sezioni di progetto e di altre eventuali sezioni intermedie integrative;
2. rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
3. identificazione della natura e dello stato delle terre (provenienti dalle zone di scavo e dalle cave di prestito) o dei materiali riciclati per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le prove di laboratorio di cui ai seguenti paragrafi.

Tenuto conto dei risultati dell'indagine, l'Impresa predispone i seguenti documenti da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni:

- Piano dettagliato della sperimentazione in vera grandezza (campo prove);
- Piano particolareggiato delle lavorazioni di movimenti di materie.

5.2.1 Discariche e luoghi di deposito

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti devono essere portate a rifiuto nelle discariche individuate in progetto ovvero nel rispetto

delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può proporre, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;
- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi devono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterrì, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale disposti con scarpate generalmente di $3/2$, non devono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso in cui il piano d'impiego preveda attese superiori di più di sei mesi.

Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Impresa ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei Lavori in relazione al loro rischio ambientale.

L'Impresa deve produrre, anche per le cave di deposito temporaneo e permanente, se necessario a modifica o integrazione del progetto, calcoli geotecnici ed elaborati di controllo e salvaguardia ambientale, in analogia a quanto sarà illustrato per le cave di prestito.

5.2.2 Cave di prestito

Per le cave di prestito messe a disposizione dalla Stazione appaltante, le aree da cui devono prelevarsi i materiali sono consegnate all'Appaltatore in occasione della consegna dei lavori (ovvero di verbale parziale, se è disposta una consegna frazionata).

Per l'occasione possono essere specificate le particolari modalità previste in progetto e che l'Impresa deve rispettare in ordine:

ad eventuali condizioni particolari di prelievo del materiale (estrazione in acqua, a strati suborizzontali o frontali, uso o meno di mine);

alla regolamentazione in materia d'ambiente, d'inquinamento atmosferico ed acustico, di sicurezza dell'esercizio;

alle condizioni di stoccaggio del materiale cavato;

alle opere provvisorie e finalizzate al deflusso delle acque;

alle vie di accesso (viabilità interessata e piste di servizio);

al ripristino dei luoghi dopo l'esercizio (ricucitura vegetazionale e modellazione morfologica, ripristini di pavimentazioni, ecc.).

Per le cave di prestito proposte dall'Appaltatore, o individuate sotto la sua responsabilità, in difformità del progetto, ovvero nel caso in cui il progetto ne lasci l'onere all'esecutore, la soluzione deve essere da questo sottoposta all'approvazione del Direttore dei Lavori, provvedendo a corredare la richiesta di:

-indagini preliminari con prove di laboratorio finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'impiego;

valutazione delle cubature estraibili;

modalità di esercizio come sopra specificato;

benessere del proprietario del suolo allo sfruttamento.

5.2.3 Impianti di produzione di materiali riciclati

5.2.3.1 Requisiti degli impianti di produzione

Per il presente articolo e per tutte le lavorazioni con materiali riciclati, per tutto quanto non esposto nel presente Capitolato, si farà riferimento al Capitolato Speciale di Appalto tipo a carattere prestazionale per l'utilizzo di materiali inerti riciclati da costruzione e demolizione della Regione Toscana (approvato con D.G.R.T. n. 337 del 15/05/2006).

Gli impianti di produzione di inerti riciclati devono essere qualificati dalla Direzione Lavori per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo di cui al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98 –Allegato 1.

Le modalità di trattamento e di miscelazione dei residui delle attività dalle quali viene generato l'aggregato possono influire notevolmente sulla qualità del prodotto finale.

Per ottenere con maggiore certezza costanti risultati in opera, il materiale da riciclo deve mantenere elevati livelli di costanza granulometrica e di composizione. Questo risultato può essere raggiunto qualora gli impianti di produzione di inerti riciclati siano organizzati in modo tale da:

- consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle caratteristiche e dell'idoneità all'utilizzo;
- essere dotati di zone debitamente attrezzate e delimitate per lo stoccaggio provvisorio del materiale, eventualmente suddiviso per tipologie (calcestruzzi, macerie, conglomerati bituminosi, sfridi, scarti industriali, ecc.);
- consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- consentire, in uscita dalla tramoggia di alimentazione, il controllo qualitativo dei materiali con eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso ed invio, tramite un by-pass, ad uno stoccaggio separato;
- consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fine, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- essere dotato di un deferizzatore primario per l'eliminazione degli elementi ferrosi e di un secondo deferizzatore, posto più vicino al nastro, in grado di eliminare anche le parti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferizzatore;
- consentire la separazione automatica, anche in più stadi, delle frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc.) che devono essere convogliate in appositi contenitori;
- essere dotato di un vibrovaglio, per la selezione delle diverse frazioni granulometriche. Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, gli impianti devono essere strutturati in modo tale da consentire la compensazione di carenze o eccedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); ciò, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

Impianti a prodotto costante

Impianti nei quali sono rispettati tutti i requisiti di cui ai precedenti punti da a) ad i) e nei quali sia mantenuto un controllo efficace sulla produzione al fine di garantirne un elevato livello di costanza granulometrica e di composizione degli inerti prodotti (vedasi anche al successivo § 5.2.3.3.).

5.2.3.2 Formazione, stoccaggio e caratterizzazione dei lotti

In relazione alla variabilità della provenienza dei materiali in arrivo all'impianto, dalla quale può conseguire una disuniformità del comportamento in opera, gli aggregati riciclati possono essere impiegati unicamente se facenti parte di lotti previamente caratterizzati. I risultati delle prove di laboratorio su campioni, da prelevare secondo le modalità di seguito indicate, sono da ritenersi rappresentativi del solo lotto sul quale è stato effettuato il campionamento.

I singoli lotti di prodotto devono essere stoccati su un piano di posa stabile, pulito, regolare e ben drenato, in modo che risultino ben separati e distinguibili gli uni dagli altri. I lotti hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m³.

L'accumulo del materiale può avvenire, per ciascun lotto:

- in cumuli di forma conica o piramidale, costituiti per caduta dall'alto del materiale, senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica o a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale e di altezza massima di 3 m; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purché la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante. Questo tipo di accumulo di materiale è da preferire perché contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità granulometrica e di composizione;
- in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante.

Eccezionalmente, un lotto può essere costituito dal solo contenuto del singolo veicolo impiegato per il trasporto.

5.2.3.3 Campionamento ai fini della caratterizzazione del prodotto

Il campionamento deve essere eseguito a cura del Personale del Laboratorio specializzato che effettua le prove sul materiale e che redige il relativo Certificato di prova.

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito Verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei campioni prelevati, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei cumuli.

Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, e poi trasportato adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fine.

5.2.3.3.1 Campionamento da cumuli conici o piramidali

Quando il materiale sia disposto in cumuli costituiti per caduta dall'alto senza particolari accorgimenti, il prelievo dei campioni deve essere eseguito come segue:

1. se il materiale si presenta sufficientemente uniforme, con riguardo al colore, alla distribuzione granulometrica, alla composizione o ad altre caratteristiche di immediata evidenza, si preleveranno almeno cinque campioni, ciascuno di massa minima di 50 kg, da parti diverse e a differente quota del cumulo, adottando le accortezze previste dalla Norma UNI EN 932-1 Appendice C Figura 53.1 e Figura 53.2), avendo cura di ottenere la migliore rappresentatività possibile per i differenti tempi di costituzione del cumulo;
2. se nello stesso cumulo il materiale presenta evidenti sensibili disuniformità, sia di colore, sia di granulometria, sia per altri caratteri di immediata evidenza, si devono prelevare distinti campioni in corrispondenza delle notate disuniformità, in numero almeno pari alle zone di diverse caratteristiche e, comunque, non inferiori a sei.

CAMPIONATURA DA CUMULI CONICI

TUBO DI CAMPIONAMENTO

5.2.3.3.2 Campionamento da cumuli piatti ed estesi

Come già indicato (v. § 53.2.3.2) l'accumulo in strati orizzontali è da preferire in quanto contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali. Il cumulo piatto ed esteso, costituente un singolo lotto, deve avere altezza massima di 3.00 m.

Individuato approssimativamente il baricentro della superficie superiore del lotto da saggiare, si eseguono i prelievi, in numero non inferiore a quello indicato nella Tabella 5.8, in punti opportunamente prescelti su una spirale avente origine nel baricentro (come esemplificato nella Figura 53.3), in modo da evidenziare eventuali disuniformità.

Ciascun campione, del peso minimo di 50 kg, deve essere rappresentativo del materiale presente in tutto lo spessore del cumulo piatto, per altezze del cumulo non superiori a 3 metri. Qualora il cumulo abbia altezze superiori a 3 metri, in ognuno dei punti di prelievo va prelevato un campione ogni 3 metri o frazione.

TABELLA 5.8 - CAMPIONATURA DA CUMULI PIATTI

Volume del cumulo piatto (m ³)	< 500	500 ÷ 1000	1000 ÷ 3000
Numero minimo di campioni	3	4	5

r/R _{max}	Numero di prelievi		
	3	4	5
A	0	X	X
AB	0,55		X
AC	0,85		X
AD	0,72	X	
AE	0,96	X	X

Campionatura da cumuli piatti

5.2.3.3.3 Campionamento da lotti omogeneizzati in fase di formazione

Se i lotti vengono disposti in cumuli piatti ed estesi ed omogeneizzati in modo automatico durante la loro formazione, il campionamento può essere effettuato progressivamente e contestualmente alla formazione, purché si adottino sistemi automatici atti a garantire la rappresentatività e la non alterabilità del prelievo. In tale caso il campione globale deve essere suddiviso in parti corrispondenti ad afflussi relativi al massimo a 3 metri di cumulo; ciascuna parte va poi ridotta tramite quartatura al peso minimo di circa 50 kg del campione da sottoporre a prova.

In alternativa possono essere eseguiti prelievi dopo aver terminato la formazione del cumulo, secondo la procedura più idonea tra quelle indicate nei precedenti paragrafi.

5.2.3.3.4 Campionamento dai veicoli impiegati per il trasporto

Qualora si renda necessario eseguire il prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto del materiale, si procede, per ciascun veicolo, secondo la procedura e con le cautele indicate dalla Norma UNI EN 932-1. I singoli campioni, del peso minimo di circa 50 kg devono essere tenuti separati e sottoposti alle prove separatamente.

5.2.3.3.5 Riduzione del numero dei prelievi da impianti a prodotto costante

Per un impianto che rispetti tutti i requisiti riportati nel precedente § 53.2.3.1, ed in particolare qualora consenta di compensare carenze o eccedenze di frazioni granulometriche, dovute al materiale immesso nel ciclo, mediante la presenza di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente un assortimento granulometrico costante, è consentita la riduzione del numero dei prelievi ai fini della caratterizzazione della sua produzione.

Dopo aver provveduto alla qualificazione dell'impianto di produzione di inerti riciclati, ai fini del mantenimento degli standard qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuati controlli dell'impianto ogni 20000 m³ di materiale lavorato e, comunque, almeno una volta ogni 6 mesi, da parte di un Laboratorio specializzato.

Il numero di prelievi e di prove potrà essere dimezzato se per un anno di osservazioni e per un volume sottoposto a test di almeno 3000 m³ al mese per ciascuna delle dichiarate tipologie di impiego, i risultati delle prove di caratterizzazione hanno evidenziato una costanza di risultati conformi alle specifiche.

Qualora l'impianto sia anche dotato di Laboratorio prove interno, i campioni, sempre dopo un anno di positiva e documentata sperimentazione, possono essere preparati in doppia serie a cura del Laboratorio specializzato esterno. La prima serie sarà sottoposta a prove dal Laboratorio interno; della seconda serie il Laboratorio specializzato esterno sottoporrà a prove un campione ogni 10 o frazione.

Tutti i risultati di ciascuna serie di prove eseguite nel Laboratorio interno, completi del Verbale di esecuzione del prelievo, possono essere approvati se, prescelto a caso un campione su 10, i risultati dei due Laboratori non differiscono di più della ripetibilità della singola prova ¹, definita ufficialmente o, in mancanza, determinata nel corso della sperimentazione. In caso di positivo riscontro delle prove nel Laboratorio interno, le medesime avranno piena validità per tutto l'anno successivo, mantenendosi la cadenza annuale per i controlli comparativi da parte del Laboratorio esterno specializzato.

5.2.3.4 Accettazione per l'impiego

Con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione relativa alla qualificazione dei lotti che intende impiegare, completa delle certificazioni relative alle analisi effettuate. I risultati devono essere riportati distintamente per ciascuna prova. Il lotto deve essere infine caratterizzato mediante i valori massimi e minimi ottenuti dalle determinazioni sui relativi campioni (ad esempio valore del coefficiente di abrasione "Los Angeles" secondo la Norma UNI EN 1097-2: 35-42).

La documentazione di qualifica del materiale dovrà essere presentata per ogni lotto che si intende impiegare.

5.2.4 Campo prove per l'impiego dei materiali

Con la sola eccezione di lavori per i quali i volumi dei movimenti di materiali siano del tutto trascurabili (come tali individuati nel Progetto approvato) e salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, l'Impresa è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte.

La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale.

Un prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve obbligatoriamente essere predisposta quando l'impiego di materiali riciclati supera complessivamente il volume di 10000 m³; il campo prova deve essere comunque predisposto, anche per volumi inferiori di inerti da riciclo, quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dai requisiti di seguito riportati per ogni specifico impiego, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperibili in zona.

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Impresa. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili rispetto alle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento al programma dettagliato dei movimenti di materia e alle modalità delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

A titolo orientativo, per quanto attiene alle modalità operative che dovranno essere dettagliate nel progetto presentato dall'Impresa per l'approvazione alla Direzione Lavori, si segnala che:

- l'area prescelta per la prova in vera grandezza deve essere perfettamente livellata, compattata e tale da presentare caratteristiche di deformabilità analoghe a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza della stesa di prova deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo compattatore;

¹ La ripetibilità di una prova è lo scarto ammissibile tra i risultati ottenuti da uno stesso operatore.

- i materiali vanno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale), provvedendo a compattarli con regolarità ed uniformità e simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno adottate nel corso dei lavori;
- per ciascun tipo di materiale e per ogni modalità esecutiva, occorre mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ciascuno di essi vanno eseguite le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio, dopo 4, 6, 8, passate).

Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione dei moduli di deformazione M_d e M_d' (CNR B.U. n.146/92); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione omogenea del manufatto, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n. 22/72), del contenuto d'acqua (CNR UNI 10008/63) nella porzione di materiale in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti. Nel caso di impiego di inerti da riciclo, o di materiali per i quali si sospetta la presenza di componenti fragili o instabili, dovranno inoltre essere determinate le granulometrie dei campioni di materiale già costipato per un confronto con le granulometrie effettuate sugli stessi materiali prima della compattazione.

Le prove con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. n.146/92) consentiranno la determinazione del rapporto M_d'/M_d tra i moduli di deformazione rispettivamente al secondo ed al primo ciclo di carico. Il valore di tale rapporto potrà costituire un elemento di giudizio, da parte della Direzione Lavori, circa la qualità del costipamento ottenuto.

Nei cantieri di grande dimensione e in ogni caso in cui i controlli in corso d'opera vengano effettuati impiegando prove rapide e/o ad alto rendimento che consentono la determinazione del modulo elastico dinamico equivalente " M_{ed} ", le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzate anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i valori del grado di addensamento (CNR B.U. n.69/78 e CNR B.U. n.22/72) e/o dei moduli di deformazione M_d e M_d' (CNR B.U. n.146/92) e quelli dei moduli elastici equivalenti " E ".

I risultati delle prove vanno riportati in apposito Verbale redatto dalla Direzione Lavori, che ne trae le conclusioni sull'accettazione dei materiali sperimentati, delle macchine operatrici e sulle modalità di posa in opera.

5.2.5 Piano particolareggiato delle lavorazioni

In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti e per le loro singole parti, l'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata da un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;

le modalità di posa in opera di ciascun materiale, da verificare nel campo prova, in ordine a:

- spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
- attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare dei compattatori, ad assicurare le prescritte prestazioni;
- numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti;
- le prevalenti condizioni di umidità naturale dei materiali impiegati all'atto della posa in opera, in relazione alle quali sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità di accesso al cantiere di lavoro, piazzali di deposito provvisorio;
- eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura, coltivazione e recupero ambientale delle cave di prelievo e dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;

- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata.

La suddetta programmazione è anche condizione indispensabile per la gestione del cantiere in regime di controllo di qualità della prestazione, ai sensi delle Norme UNI EN ISO serie 9000.

5.3 QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

5.3.1 Materiali sciolti naturali

TABELLA 5.9 - CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI SCIOLTI NATURALI

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose							Terre limo-argillose					Torbe e terre
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	-
Analisi granulometrica frazione passante allo staccio:													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	-
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	-	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	-
Indice di plasticità	≤ 6	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10 (IP≤LL-30)	> 10 (IP>LL-30)	-
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		-

Tali materiali possono derivare sia dalla scomposizione di formazioni naturali di terreni o di rocce lapidee in quelle zone in cui il progetto prevede lo sviluppo del solido stradale in trincea, sia dall'estrazione da cave di prestito. Si possono utilizzare per la costruzione di corpi stradali in rilevato, per riempimenti, bonifiche ecc. Qualora risultassero quantitativamente eccedenti rispetto alle necessità o qualitativamente non affidabili, potranno essere destinati al deposito in apposite discariche. I materiali sciolti naturali sono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR-UNI 10006:2002 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre"², sintetizzata nella Tabella 5.9.

L'Impresa, per ogni zona di provenienza, è tenuta a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dai risultati di prove di laboratorio: tale indagine dovrà essere eseguita prima d'impiegare tali materiali

² Al momento della redazione del presente capitolato speciale d'appalto la norma ISO 14688-2, che dovrebbe sostituire la UNI 10006/2002 per la parte relativa ai materiali naturali, non è ancora stata recepita dalla UNI e, pertanto, per questi materiali, ci si riferisce ancora alla UNI 10006/2002.

5.3.2 Materiali riciclati

5.3.2.1 Categorie di aggregati riciclati

I materiali riciclati sono classificati, secondo quanto riportato nella Norma UNI EN 13285/04, nelle seguenti categorie:

5.3.2.1.1 Calcestruzzi riciclati

Aggregati costituiti prevalentemente da frammenti di conglomerati cementizi, anche armati, provenienti da demolizioni di opere in cemento armato, dagli scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti anche armati, da traversine ferroviarie e altri manufatti in c.a., aventi la seguente composizione:

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica $>2,1 \text{ Mg/m}^3$) e materiali litici frantumati (con esclusione di aggregati argillo-scistosi e gessosi)	≥ 90
Altri	Scarti edilizi frantumati di murature, rivestimenti e allettamenti (massa volumica $>1,6 \text{ Mg/m}^3$)	≤ 10
	Conglomerati bituminosi frantumati	≤ 5
Contaminanti	Materiali terrosi coesivi	≤ 1
	Materiali organici	$\leq 0,1$

5.3.2.1.2 Murature riciclate

Aggregati costituiti prevalentemente da elementi in laterizio (mattoni, piastrelle e laterizi in genere) derivanti da demolizioni edilizie di manufatti in muratura, aventi la seguente composizione:

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Scarti edilizi frantumati di murature, rivestimenti e allettamenti (massa volumica $>1,6 \text{ Mg/m}^3$), calcestruzzo frantumato e materiali litici frantumati (con esclusione di aggregati argillo-scistosi e gessosi)	≥ 80
Altri	Materiali granulari con massa volumica $<1,6 \text{ Mg/m}^3$	≤ 20
	Conglomerati bituminosi frantumati	≤ 5
Contaminanti	Materiali non lapidei e argilla	≤ 1
	Materiali organici	$\leq 0,1$

5.3.2.1.3 Macerie

Aggregati costituiti prevalentemente da miscele dei componenti principali che caratterizzano le categorie di aggregati "calcestruzzi riciclati" e "murature riciclate", aventi la seguente composizione:

Componenti		Percentuale in massa
Principali	Calcestruzzo frantumato (massa volumica $>2,1 \text{ Mg/m}^3$) e materiali litici frantumati (con esclusione di aggregati argillo-scistosi e gessosi)	≥ 50
	Scarti edilizi frantumati di murature, rivestimenti e allettamenti (massa volumica $>1,6 \text{ Mg/m}^3$)	≤ 50
Altri	Materiali granulari con massa volumica $<1,6 \text{ Mg/m}^3$	≤ 10
	Conglomerati bituminosi frantumati	≤ 5
Contaminanti	Materiali non lapidei e argilla	≤ 1
	Materiali organici	$\leq 0,1$

5.3.2.1.4 Materiali da demolizioni stradali

Aggregati costituiti prevalentemente da materiali derivanti dalla demolizioni di sottofondi e sovrastrutture stradali, aventi la seguente composizione:

Componenti		Percentuale in massa
Principali	Materiali per pavimentazioni stradali, incluso calcestruzzo frantumato, aggregati non legati e aggregati legati con leganti idraulici frantumati	≥ 90
	Conglomerati bituminosi frantumati	≤ 30
Contaminanti	Materiali non lapidei e argilla	≤ 1
	Materiali organici	≤ 0,1

5.3.2.1.5 Cenere residua di inceneritore

Aggregati costituiti prevalentemente materiale granulare a componenti minerali, aventi la seguente composizione:

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Materiale granulare con base minerale, inclusi vetro, ceramica, scorie d'altoforno, ecc.	≥ 90
Altri	Ferro e altri metalli	≤ 5
Contaminanti	Materiale non incenerito	≤ 6
	Materiali organici	≤ 5
	Cenere volante di inceneritore	Assente

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento dopo la messa in opera (§53.2.3.2).

5.3.2.2 Composizione delle miscele

La composizione delle miscele contenenti aggregati riciclati deve essere determinata mediante separazione visiva, utilizzando le modalità sperimentali riportate in Appendice A della Norma UNI EN 13285 e deve essere conforme, per ciascuna delle categorie di cui sopra, alla relativa composizione.

I materiali C&D da utilizzare nelle opere previste nel presente Capitolato potranno essere ottenuti impiegando o materiali appartenenti ad una sola delle categorie di cui sopra oppure miscelando in opportune proporzioni materiali appartenenti a categorie diverse con eventuali integrazioni di materiale naturale, nel rispetto dei limiti di composizione di seguito indicati per le varie categorie di lavoro.

5.3.2.3 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802/2002).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in cemento armato, tale valore deve essere ≤0,5 %. Si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, materiali con un contenuto di solfati e solfuri maggiore del limite suddetto purché vengano rispettati i limiti previsti dal citato D.M. del 05/02/98.

5.4 ESECUZIONE DEI LAVORI

5.4.1 Scavi e demolizioni per la formazione del corpo stradale ex novo

Si esaminano in questo paragrafo le lavorazioni per lo smacchiamento generale dei siti d'impianto del corpo stradale, per lo scoticamento, per lo sbancamento e lo scavo a sezione ristretta, con o senza la presenza di falda freatica, per la demolizione di opere murarie e la scomposizione di strati rocciosi.

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale (compresi quelli per la sistemazione del piano di posa dei rilevati e per far luogo alla pavimentazione ed alla bonifica del sottofondo stradale in trincea), nonché quelli per la formazione di cunette, fossati, passaggi, rampe e simili, sono eseguiti secondo le forme e le dimensioni riportate negli elaborati grafici di progetto ed in conformità a quanto eventualmente ordinato per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta ad adottare ogni cautela ed esattezza nel sagomare i fossi, nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.

L'Appaltatore è tenuto a consegnare le trincee alle quote e secondo i piani prescritti, con scarpate ben spianate e regolari, con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate, nonché allo spurgo dei fossi e delle cunette.

Prima dell'esecuzione delle trincee e dei rilevati, l'Impresa deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fuggatori e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi a sua cura e spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

5.4.1.1 Smacchiamento

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Impresa deve procedere, preliminarmente, al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici.

I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione specificamente prevista, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

5.4.1.2 Scoticamento

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in diffinitività di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione.

L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentito: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffico centrale e laterale, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).

I depositi provvisori di terra vegetale vanno sistemati come descritto nell'articolo 53.4.1.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, devono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

5.4.1.3 Scavi di sbancamento

Sono denominati di sbancamento gli scavi occorrenti per:

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica del sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo spleamento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;
- la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;
- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;
- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli spleamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.

In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto. Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

5.4.1.4 Scavi a sezione ristretta

Per scavi a sezione ristretta si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano è fissato (da progetto o, in difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all'accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito, secondo i prezzi contrattualmente stabiliti in relazione alle varie profondità.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l'Impresa, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbatacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa, con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori.

5.4.1.5 Scavi subacquei

Gli scavi a sezione ristretta sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

5.4.1.6 Demolizioni

L'Impresa è tenuta a demolire murature e fabbricati ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale con i mezzi che ritiene più opportuni, incluso l'impiego di esplosivi nel rispetto delle Norme vigenti. Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta fino ad un metro al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale; nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno.

In ogni caso, prima di procedere alla demolizione di fabbricati, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

I materiali provenienti dalle demolizioni sono portati a rifiuto solo se ciò è previsto in progetto, ovvero se ritenuti non idonei all'impiego da parte della Direzione Lavori. In caso di idoneità sono conferiti agli impianti di trattamento.

Nel caso che i materiali di scavo siano destinati al reimpiego, essi devono essere trasportati direttamente in opera o in aree di deposito; in questo caso devono essere custoditi opportunamente, eventualmente trattati per correggerne la granulometria, in relazione alla destinazione prevista, successivamente ripresi e trasportati nelle zone di impiego.

5.4.1.7 Scavi in roccia

Gli scavi in roccia di qualsiasi natura e consistenza, comunque fessurata o stratificata, e le demolizioni dei manufatti sono eseguiti con i mezzi che l'Appaltatore ritiene più convenienti, ivi compreso l'uso di mine.

Nell'impiego di esplosivo l'Impresa deve curare che la scarpata risultante non presenti fratture né dislocazioni di masse: qualora si accertasse la presenza di tali indesiderati fenomeni, prodotti dalla tecnica di scavo, l'Impresa deve provvedere a sue spese a disaggi, sarciture e/o bloccaggi, secondo un programma concordato con la Direzione Lavori.

Lo sparo di mine effettuato in vicinanza di strade, di ferrovie, di luoghi abitati, di impianti a rete di ogni genere, deve essere attuato con opportune cautele, in modo da evitare, sia la proiezione a distanza del materiale ed il danneggiamento delle proprietà limitrofe, sia effetti vibrazionali nocivi, che debbono essere tenuti sotto controllo mediante monitoraggio.

5.4.1.8 Reimpiego dei materiali di scavo

Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni.

L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

5.4.2 Demolizione delle sovrastrutture esistenti

5.4.2.1 Demolizione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzata con frese

La demolizione della parte della sovrastruttura esistente legata a bitume, per l'intero spessore o parte di esso, deve essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico di materiale fresato; potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (con preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire e non producano emissioni inquinanti.

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di fresatura risulti (secondo un insindacabile giudizio della D.L.) idoneo per il riutilizzo. La superficie dello strato restante in opera dopo la fresatura (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati, polveri o altri materiali, che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

L'impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in progetto o dalla D.L.. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di fresatura; senza questo parere le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro; in ogni caso il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali più quella della parte centrale dello strato fresato.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.L. munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano perfettamente pulito e depolverizzato.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm, potrà essere fatta con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono fare due passaggi, di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato. Le pareti dei giunti longitudinali devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di sgretolature.

Prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, la superficie risultante dalla fresatura e le pareti del cavo devono essere perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano d'attacco di legante bituminoso prevista in progetto o indicata dalla D.L..

5.4.2.2 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura legata a bitume può anche essere eseguita con impiego d'attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti laterali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita se su di esso vanno ricostruiti strati legati.

5.4.2.3 Reimpiego dei conglomerati bituminosi riciclati

I conglomerati bituminosi riciclati dalle pavimentazioni, per brevità chiamati nel seguito “fresati” sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti, sottoposte a successiva frantumazione.

Il materiale “fresato” resta di proprietà dell’Impresa ai fini del recupero ai sensi del Decreto n. 69 del 28 marzo 2018 (Regolamento recante la disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell’art. 184-ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 e ssmm.ii.), l’eventuale materiale non utilizzabile dovrà essere conferito a discarica.

Essi possono essere utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con o senza altri materiali vergini oppure per la costruzione di rilevati seguendo le specifiche del caso riportate per i materiali riciclati. L’Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori.

Se il fresato non è utilizzato in cantiere per il confezionamento in sito di conglomerati bituminosi, deve essere “messo in riserva” per sottoporlo ad operazioni di recupero, nel rispetto delle normative vigenti.

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti. La durata della messa a riserva provvisoria non deve mai superare un anno, ed il suo utilizzo al di fuori dei conglomerati bituminosi deve essere accompagnato da un progetto da presentare con la richiesta di sistemazione definitiva.

5.4.3 Piano di posa dei rilevati

5.4.3.1 Preparazione del terreno di sedime

L’Impresa deve procedere alla rimozione ed all’asportazione della terra vegetale immediatamente prima della costruzione del rilevato, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto.

Qualora i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto, il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, una volta ultimata l’asportazione del terreno vegetale e fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si debba procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per garantire la continuità spaziale delle gradonature si deve curare che le alzate verticali si corrispondano e che mantengano costante la loro distanza dall’asse stradale. Inoltre, esse devono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine utilizzate per lo scavo.

Là dove siano presenti allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale verrà steso il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza.

Prima di eseguire l’operazione di gradonatura si deve rimuovere lo strato di terreno vegetale; inoltre tale operazione deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, al fine di evitare l’esposizione alle acque piovane dei terreni denudati.

La Direzione dei lavori, previa ispezione e controllo, potrà approvare la regolarità del piano di posa dei rilevati, oppure, nell’ambito della discrezionalità consentita, potrà richiedere l’approfondimento degli scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell’Impresa.

5.4.3.2 Terreni cedevoli

Qualora siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati superiori a 15 cm, l’Impresa deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio della loro evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell’Impresa, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

5.4.3.3 Requisiti di portanza

Se non sono presenti diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione M_d , determinato sul piano di posa del rilevato (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15 \text{ N/mm}^2$, deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm^2 (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm^2 , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm^2 , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è compresa tra 0,50 e 1,00 m;
- per distanze inferiori a 0,50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi di cui al paragrafo 5.4.8.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m^2 con un numero minimo di almeno tre prove. La determinazione del modulo di deformazione per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.), viene effettuata in condizioni sature.

5.4.3.4 Bonifiche

Se la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere, con il solo costipamento, i valori di portanza richiesti al precedente paragrafo, può essere introdotto, nel programma dettagliato delle lavorazioni, l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa, si può adottare un adeguato trattamento di stabilizzazione (paragrafo 5.4.6). L'opportunità di realizzare questo tipo di lavorazione sarà valutata sulla base di un'analisi geotecnica del problema, che ne dimostri la necessità. Qualora si rendesse necessaria la realizzazione di tale strato è indispensabile definire, sempre mediante una analisi geotecnica, le caratteristiche dimensionali dell'intervento (spessore ed estensione). L'idoneità dei materiali da impiegare per la realizzazione di strati di bonifica dei piani di appoggio dei rilevati sarà valutata sulla base dei requisiti richiesti ai materiali da impiegare nella formazione del corpo dei rilevati nel caso in cui gli strati di bonifica si trovino a distanza superiore a 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione. Se gli strati di bonifica si trovano a distanza inferiore ad 1,00 m dal piano di posa della sovrastruttura, i materiali dovranno essere conformi a quanto previsto per i sottofondi. I requisiti di portanza sono quelli riportati nel precedente paragrafo.

5.4.3.5 Strati Anticapillari

Si definiscono strati anticapillari quegli strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

5.4.3.6 Strati in materiale granulare

Gli strati anticapillari in materiale granulare, con spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, possono essere costituiti da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaio) o da materiali frantumati o riciclati con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante allo staccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante allo staccio $0,063 \text{ mm}$ non superiore al 3%.

Nel materiale devono essere del tutto assenti componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e resti vegetali.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno una prova ogni 1000 m^3 di materiale posto in opera, con un numero minimo di tre prove. Non sono ammessi scostamenti dei valori dei passanti ai setacci rispetto a quelli previsti.

5.4.3.7 Geotessili

Sul piano di appoggio del rilevato, in associazione allo strato granulare anticapillare, può essere posto uno strato di geotessile.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

Essi devono presentare superficie scabra, devono essere imputrescibili, atossici, resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore), ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Devono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego. La Tabella 5.10 riporta i requisiti minimi cui deve rispondere il materiale, il cui peso è previsto in progetto per l'impiego specifico.

Il campionamento deve essere eseguito, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la UNI 8279 – 1:1985 + A1:1991.

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso laboratori di fiducia dell'Amministrazione, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

TABELLA 5.10 – REQUISITI DEL GEOTESSILE

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Peso	EN 965	g/m ²	Secondo Progetto
Resistenza a trazione	EN ISO10319	kN/m	≥ 20
Allungamento		%	≤ 70
Punzonamento (CBR)	EN ISO 12236	kN	≥ 3
Permeabilità radiale all'acqua	EN ISO 11058	mm/s	≥ 0,8
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile.	EN ISO 12956	μm	< 100

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

Il piano di stesa del geotessile deve risultare perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

Inoltre, i teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

5.4.4 Corpo del rilevato

5.4.4.1 Materiali costituenti

5.4.4.1.1 Materiali sciolti naturali

Per la formazione dei rilevati con materie provenienti dagli scavi devono essere utilizzati, nel piano particolareggiato delle lavorazioni di cui al punto 5.2.5, in ordine di priorità, i materiali sciolti appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, A2-6 ed A2-7.

Con le dovute cautele specificate nel seguito, si dovrà valutare se adoperare le terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, se prevederne un trattamento o se portarle a rifiuto.

Se a causa dell'umidità delle terre scavate non si riesce a conseguire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Impresa è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione. I materiali impiegati devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo, qualunque sia il proprio gruppo di appartenenza. Le terre che presentano un contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 5% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

5.4.4.1.2 Materiali riciclati

Per il presente articolo e per tutte le lavorazioni con materiali riciclati, per tutto quanto non esposto nel presente Capitolato, si farà riferimento al Capitolato Speciale di Appalto tipo a carattere prestazionale per l'utilizzo di materiali inerti riciclati da costruzione e demolizione della Regione Toscana (approvato con D.G.R.T. n. 337 del 15/05/2006).

Le miscele di materiali riciclati provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, devono rispettare i requisiti indicati nella Tabella 5.11 nel caso di aggregati da costruzione e demolizione, ovvero nella Tabella 5.12 se si tratta di inerti provenienti prevalentemente da scarti di attività industriali. Ai fini del loro impiego l'Impresa è tenuta a predisporre, per ogni lotto di materiale, la qualificazione dello stesso tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio specializzato.

TABELLA 5.11 - AGGREGATI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE PER IL CORPO DEI RILEVATI

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Calcestruzzo, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 25% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,3% in massa
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,6% in massa
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	≤ 6%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	> 85% in massa
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 25% in massa
Dimensione massima D _{max}	Misura diretta	140 mm
Trattenuto setaccio 63 mm	Frantumazione	Assenza di vuoti interni

TABELLA 5.12 - SCARTI INDUSTRIALI PER IL CORPO DEI RILEVATI

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 20% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 1% in massa
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	≤ 4%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	> 85% in massa

Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 25% in massa
Dimensione massima D _{max}	UNI EN 933-1	140 mm

5.4.4.2 Posa in opera

Il materiale deve essere steso con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione e brusche variazioni sia granulometriche che del contenuto d'acqua.

Al fine di evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi in seguito riportato dai mezzi di stesa.

I materiali costituenti i differenti strati del rilevato devono presentare una granulometria il più omogenea possibile. Si deve evitare, in particolare, di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), con strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possono penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato. In ogni caso, il materiale non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 140 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati al sito o all'impianto di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato, riportate nel piano particolareggiato delle lavorazioni. Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore; salvo diverse indicazioni che possono provenire dalla sperimentazione su campo prova, lo spessore finito dello strato, costipato mediante rullatura, non dovrà essere superiore a 30 cm. Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima degli elementi lapidei presenti nel materiale impiegato ($s \geq 2D_{max}$).

La superficie degli strati, a compattazione avvenuta, deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche e deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre, anche se appartenenti ad uno dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 della classificazione di cui alla Norma UNI 10006/2002. Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Il piano particolareggiato delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali (appartenenti ad uno dei gruppi prima citati) per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

5.4.4.3 Compattazione

L'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di massa volumica, di portanza e prestazionali richiesti per gli strati finiti, nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori. Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea (rulli lisci statici, rulli lisci vibranti, rulli gommati, rulli a piedi costipanti) ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHTO Mod. (CNR B.U. n.69/78). L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata, per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare, secondo le modalità previste nel piano particolareggiato delle lavorazioni.

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi devono rispettare le condizioni stabilite nel suddetto programma. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Impresa.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Una volta realizzata l'opera, le scarpate devono essere riprofilate, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto, al fine di garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, deve considerare una sovrallarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato.

I controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di massa volumica e di portanza, devono soddisfare i requisiti indicati nel successivo punto 53.5, salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progetto. Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

5.4.4.4 Protezione

La sistemica e tempestiva protezione delle scarpate deve essere garantita mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore che andrà sistemato a strisce orizzontali e sarà opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si devono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

Si dovrà ripetere la semina fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

L'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese, qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Per tale scopo, le superfici, ben livellate e compattate, devono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 4%.

Qualora nei rilevati si dovessero verificare dei cedimenti differenziali dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre, lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati. E' prudente, in questo caso, ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

5.4.5 Stabilizzazione delle terre con calce o con calce e cemento

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

5.4.5.1 Caratteristiche delle terre da stabilizzare

La stabilizzazione si esegue sulle terre che presentano le seguenti caratteristiche:

Granulometria: la terra da stabilizzare può presentare qualsiasi granulometria, a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio delle miscele in laboratorio ed eventualmente in campo prova.

Indice di plasticità: tale parametro, determinato secondo la norma CNR-UNI 10014:1964, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio preliminare di laboratorio.

Contenuto di sostanze organiche: il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

Contenuto di solfati: il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%, mentre in nessun caso, possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.

Determinazione del consumo iniziale di calce: il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'2.5%.

Contenuto di nitrati: il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%

Il terreno, comunque, deve presentarsi privo di humus e radici, nonché libero da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura.

5.4.5.1.1 Leganti

5.4.5.1.2 Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi;
- calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi.

Si precisa che l'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 m² o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m³.

Nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento, è preferibile utilizzare la calce viva macinata, grazie al suo effetto essiccante. Entrambi i tipi di calce devono rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231/39; essi, inoltre, devono avere le caratteristiche chimiche (UNI-EN 459-2/96) e le caratteristiche granulometriche riassunte nella Tabella 5.13.

5.4.5.1.3 Cemento

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland o pozzolanici del tipo 32.5.

5.4.5.1.4 Acqua

L'eventuale acqua di apporto deve risultare priva di impurità e di materie organiche.

TABELLA 5.13 - CARATTERISTICHE CHIMICHE E GRANULOMETRICHE DELLA CALCE

Requisito	calce viva	calce idrata
CO ₂	≤ 5%	-
Titolo in ossidi liberi (CaO + MgO)*	≥ 84%	-
Tenore in MgO	≤ 10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali	-	> 85%
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ + SO ₃	≤ 5%	≤ 5%
Umidità	-	≤ 2%
Acqua legata chimicamente	≤ 2%	-
Reattività all'acqua	> 60° entro 25'	-
Passante allo staccio 2 mm	100%	100%
Passante allo staccio 0.2 mm	≥ 90%	-

Passante allo staccio 0.075mm	≥ 50%	≥ 90%
* La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO deve essere effettuata secondo la formula $(100-I-2.27*CO_2-X)$ dove: I è la percentuale di impurezze ($SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SO_3$), X è la percentuale di acqua legata chimicamente.		

5.4.5.1.5 Progetto delle miscele

Nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni, è compito dell'Impresa,:

- produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati;
- realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento.

Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

Il progetto delle miscele comprende prove di carattere generale riguardanti l'identificazione dei terreni e dei leganti di apporto e prove specifiche dipendenti dall'obiettivo del trattamento per la determinazione delle formule di dosaggio.

Le prove di carattere generale riguardano, in particolare:

- per i terreni: la determinazione della granulometria, dei limiti di consistenza, del contenuto di acqua naturale, dell'eventuale presenza di sostanze organiche nonché della natura mineralogica;
- per i leganti: l'accertamento dei requisiti per essi richiesti (per le calci essenzialmente la granulometria ed il tenore in calce libera). I leganti devono provenire, per quanto possibile, dagli stessi impianti di quelli che si prevede di utilizzare in corso d'opera.

5.4.5.1.6 Utilizzazione in rilevato

In questo caso, le prove specifiche di dosaggio sono riferite alle proprietà che assicurino buone condizioni di posa in opera per le miscele: lavorabilità, compattabilità e sufficiente portanza immediatamente dopo costipamento, al fine di ottenere un supporto di rigidezza conveniente nella costruzione degli strati successivi.

Per esaminare la lavorabilità si deve eseguire lo studio delle variazioni dei limiti di consistenza in funzione del dosaggio in calce. Per soddisfare questo requisito occorre che il dosaggio in calce sia non inferiore a quello minimo, aumentando il quale non si hanno significative variazioni del limite di plasticità delle miscele.

Per quanto riguarda la portanza, occorre ottenere sulle miscele un indice CBR immediato³ maggiore di:

- CBR = 10, per la stabilizzazione di terreni costituenti il piano d'appoggio del rilevato;
- CBR = 15, per gli strati di rilevato.

I dosaggi così determinati possono essere aumentati per tenere conto delle alee costruttive (spandimento, miscelazione, attese prima del costipamento), o per ridurre più energicamente il tenore in acqua del terreno in presenza di umidità naturali elevate.

5.4.5.1.7 Utilizzazione in strati di sottofondo

Oltre ai requisiti richiesti per l'impiego in rilevato, in questo caso si deve tenere conto anche delle sollecitazioni trasmesse dalla pavimentazione durante l'esercizio e delle azioni dell'acqua e del gelo.

Le miscele, compattate come descritto nella nota 4, devono presentare un indice di portanza CBR, dopo immersione di 4 giorni in acqua, maggiore di 25, al fine di garantire la necessaria portanza a breve termine,

La tenuta all'imbibizione va valutata, invece, rapportando la resistenza allo schiacciamento dopo 28 giorni di provini cilindrici che nell'ultima parte del periodo di maturazione sono immersi per 7 giorni in acqua ($R(x+7i)$) rispetto a quella di provini di pari età maturati per tutto il periodo di stagionatura in condizioni protette ($R(x+7)$).

La resistenza all'azione dell'acqua può giudicarsi acquisita allorché detto rapporto risulta:

³ Indice CBR determinato subito dopo il confezionamento dei provini, senza preventiva immersione in acqua, compattando le miscele ad energia pari alla AASHTO modificata ed un umidità prossima a quella ottima individuata con la norma CNR 69.

$$\frac{R_{(x+7i)}}{R_{(x+7)}} \geq 0,8$$

Per valutare la resistenza al gelo, dopo un periodo di maturazione in condizioni protette, in modo tale che il campione non perda umidità, i provini vengono immersi un giorno in acqua a 20°C e, successivamente, sottoposti a 13 cicli di gelo-disgelo (16 ore di gelo a -5°C, 8 ore di disgelo a +20°C).

La resistenza all'azione del gelo è ritenuta soddisfacente, se risulta:

$$\frac{R_{(x+1i+13g)}}{R_{(x+14i)}} \geq 0,8$$

5.4.5.1.8 Modalità di esecuzione dei lavori

È preferibile che i processi di fabbricazione delle miscele si svolgano nei luoghi di estrazione (scavi di trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non presenta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati e dei sottofondi di trincea), mentre, nella formazione di rilevati, bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

In genere, il trattamento prevede le seguenti fasi operative:

- scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (generalmente non superiore a 30 cm);
- frantumazione delle zolle con erpici a disco oppure con frese (pulvimixer), per rendere la superficie sufficientemente regolare, prima dello spandimento della calce;
- eventuale apporto d'acqua, qualora fosse necessario aumentare l'umidità della terra;
- spandimento del legante in polvere mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa. Fino a quando la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante non sia stata completamente miscelata, potrà essere attraversata solo dai mezzi adibiti alla miscelazione. Le spanditrici devono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità di avanzamento: il quantitativo di calce, necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 2% in peso rispetto alla massa di terra da trattare;
- miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimixer), o con erpici a dischi, che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato.

Dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità dipenderà il numero di passate. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento della terra, fino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle non superiore a 40 mm per le bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati, di 30 mm per gli strati di rilevato e di 20 mm per gli strati di sottofondo. Nel caso di miscele per strati di rilevato si deve, inoltre, verificare che l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, risulti passante al staccio con apertura di 5 mm.

La compattazione del materiale trattato deve essere eseguita evitando attese eccessive che portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele. Pertanto, l'Impresa non dovrà porre in essere, nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate devono essere allontanate a cura e spese dell'Impresa.

Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici.

Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il costipamento deve essere spinto fino ad ottenere per il grado di addensamento i livelli indicati in progetto.

Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata devono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua del terreno naturale e delle miscele terra calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura ambiente scende sotto i 7 °C.

5.4.5.1.9 Controlli di esecuzione

Il controllo in corso d'opera del dosaggio in calce viene eseguito sia valutando la quantità in peso di legante raccolta entro teli di superficie nota, stesi sull'area da trattare, sia verificando lo spessore dello strato interessato dal trattamento mediante aste metalliche. La verifica del dosaggio deve essere effettuata per ciascuno strato nella misura di una presa per ogni 1000 m³ di miscela.

La dimensione massima delle zolle e la bontà della miscelazione vengono valutate mediante staccatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata viene valutata mediante l'esame della colorazione delle miscele ed, eventualmente, mediante misure di pH su campioni prelevati nella massa dello strato a differenti profondità.

Le misure di pH per il controllo del dosaggio in calce sono effettuate con frequenza di una prova ogni 2.000 m³ di materiale trattato.

L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.

Il controllo del costipamento degli strati finiti, realizzato mediante misure di massa volumica come sopra specificato, deve rispettare le frequenze previste nella Tabella 5.19 per gli strati di rilevato e per quelli di sottofondo. A discrezione della Direzione dei Lavori, sugli strati finiti possono essere effettuati prove con piastra per valutare il modulo di deformazione M_d o prove di deflessione, operando con mezzi ad elevato rendimento, che consentano la determinazione del modulo elastico dinamico (M_{ed}): in questi casi, i valori di riferimento devono essere quelli stabiliti nel corso delle prove preliminari di campo, tenuto conto della destinazione dello strato e della stagionatura (età) delle miscele.

5.4.6 Massicci in terra rinforzata

Si ottengono inserendo, fra gli strati di un rilevato, elementi resistenti a trazione, di tipo monodirezionale (armature metalliche, generalmente piatte) oppure bidirezionale (geotessili, reti metalliche, geogriglie, ecc.). Affinché il massiccio si mantenga in efficienza è indispensabile che i materiali adottati presentino speciali caratteristiche.

5.4.6.1 Requisiti dei terreni del massiccio

Il terreno del rilevato in terra rinforzata deve essere costituito da terre appartenenti ai gruppi A_{1-a}, A_{1-b}, A₃, A₂₋₄ e A₂₋₅ della classifica CNR - UNI 10006/2002.

Si devono, comunque, rispettare le seguenti condizioni:

- Il terreno di riempimento deve presentare un passante allo staccio da 0,075 mm inferiore al 15% ;
- Si possono utilizzare i terreni con passante allo 0.075 mm superiore al 15%, se:

la percentuale del campione esaminato per sedimentazione, di dimensioni minori di 15 μ m è inferiore al 10% ;

la suddetta percentuale rimane compresa tra il 10% e 20% e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio diretto su campioni saturi, risulta superiore a 25°.

- Il terreno di riempimento non deve contenere nessun elemento maggiore di:
 - D = 140 mm se impiegato per il corpo del rilevato;
 - D = 100 mm se impiegato per il sottofondo.

Si può alleggerire il rilevato, con le modalità indicate nei disegni costruttivi, mediante l'interposizione di livelli di argilla espansa a strati di misto granulare o sabbia.

L'inerte leggero deve avere le seguenti caratteristiche :

- $D_{max} < 25$ mm;
- peso di volume saturo a superficie asciutta compreso tra 7 e 8 kN/m³.

Il valore di resistività del materiale, saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C, deve essere superiore a 2.000 Ohm*cm per opere a secco e 3.000 Ohm*cm per opere inondabili.

Il valore di attività degli ioni (pH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato, deve essere compreso tra 5 e 10.

Il contenuto di cloruri e solfati deve essere determinato soltanto per i materiali la cui resistività sia compresa tra 2.000 e 5.000 Ohm*cm e non deve eccedere i valori riportati in Tabella 5.14.

TABELLA 5.14 - CONTENUTO DI CLORURI E SOLFATI

	Opere a secco	Opere in acqua dolce
ione Cl	200 mg/kg	100 mg/kg
ione SO ₄	1000 mg/kg	500 mg/kg

5.4.6.2 Armature metalliche

Le armature laminate e profilate devono essere in acciaio di tipo S355.

Le reti metalliche sono a doppia torsione a maglie esagonali, tipo 8 x 10 (conformi UNI 8018), con valori elevati di resistenza a trazione (fino a 47 kN/m) senza fenomeni di creeping;

Gli elementi di acciaio interrati, di qualsiasi tipo, devono essere protetti da zincatura a caldo, di spessore minimo garantito di 70 micron, in ragione di circa 5 g di zinco per dm² di superficie sviluppata, o devono essere inossidabili.

I fili sottili, componenti le reti, devono essere protetti da uno strato di PVC dello spessore di 0,5 mm.

Per il rinforzo dei massicci si possono impiegare geotessili non tessuti in polipropilene o poliestere.

Qualora i materiali di cava non mantengano la prescritta uniformità delle caratteristiche granulometriche e chimiche, allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra rinforzata, l'Impresa è tenuta a stocarli, in apposite aree, al fine di correggerli opportunamente.

Gli strati devono essere compattati in modo tale da garantire una massa volumica, sull'intero spessore, non inferiore al 92% (95% nel caso di strati di sottofondo) della massima individuata mediante la prova AASHTO Mod. (CNR 69/78), mentre il modulo di deformazione determinato in accordo alla norma CNR 146/92 deve risultare non inferiore a 50 N/mm². Se la granulometria del materiale non consente l'esecuzione di prove di costipamento di laboratorio, secondo la norma CNR 69/78, il controllo del costipamento va effettuato attraverso prove di modulo di deformazione a doppio ciclo di carico, secondo la norma CNR 146/92.

5.4.7 Sottofondo

Il sottofondo, in generale, può essere realizzato con la stesa di uno o più strati, ciascuno avente spessore non superiore a 30 cm, salvo diverse indicazioni risultanti dalla sperimentazione su campo prove. Lo spessore totale dello strato di sottofondo dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella assunta in progetto per il piano di posa della sovrastruttura. La capacità portante del sottofondo deve essere corrispondente ai dati di progetto e quindi occorre verificarla prima della posa in opera della fondazione. In lavori di manutenzione può capitare che il sottofondo sia costituito da strati anche legati, in parte fessurati, della pavimentazione preesistente all'intervento: qualora questi strati non contengano leganti bituminosi la valutazione sarà analoga a quella del sottofondo non legato.

5.4.7.1 Materiali costituenti

Non tutti i materiali adottati per la costruzione dei rilevati possono essere impiegati per realizzare gli strati di sottofondo. Questo aspetto deve essere tenuto in conto per la formulazione del programma dettagliato delle lavorazioni dei movimenti di terra:

occorre considerare che, in ogni caso, la regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione porta ad escludere materiali con elementi maggiori di D=100 mm;

nel caso in cui si impieghino materiali non legati, al fine di ottenere le proprietà meccaniche e l'impermeabilità richieste per gli strati, occorre utilizzare terre granulari con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente da elementi a spigoli vivi, dotate di poco fino (passante allo 0,063 mm minore del 12%) e non plastiche (IP<6).

5.4.7.1.1 Materiali sciolti naturali

Si prestano a costituire ottimi strati di sottofondo, i tout-venant di cava ed i misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente), con granulometria 0/100 mm ben assortita, appartenenti al gruppo A_{1-a} della classificazione CNR-UNI 10006.

Possono essere impiegate, altresì, anche senza trattamento con legante, terre con indice di gruppo IG = 0, purché prive di elementi maggiori di D>100 mm e rispondenti ai requisiti di portanza appresso indicati, fatte salve soluzioni differenti da giustificarsi sotto il profilo tecnico ed economico. Inoltre, nel rispetto delle dimensioni massime sopra

specificate, possono essere impiegate anche terre stabilizzate a cemento, a calce o a calce e cemento, materiali provenienti da demolizione e rocce tenere in disfacimento e/o autocementanti:

terre dei gruppi A_{1-b}, A₂₋₄ ed A₂₋₅, con passante allo 0.075 mm maggiore del 12%, previa stabilizzazione a cemento od a calce-cemento;

terre dei gruppi A₂₋₆ ed A₂₋₇ con una percentuale di fino maggiore al 5% previa stabilizzazione mista (a calce e cemento) od a sola calce.

limi dei gruppi A₄ ed A₅ previa stabilizzazione a calce e cemento, nonché le argille dei gruppi A₆ ed A₇, dotate di plasticità non eccessivamente elevata ($IP < 25\%$), previa stabilizzazione con sola calce.

In questi ultimi casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata mediante prove CBR di laboratorio, ovvero attraverso misure di modulo di deformazione Md sugli strati posti in opera, nel rispetto dei requisiti indicati in Tabella 5.18.

Qualora le prove di portanza CBR di laboratorio risultassero significative (materiale passante allo staccio da 20 mm, UNI EN 933-2), l'idoneità all'impiego della terra potrà essere accettata se essa presenterà valori di indice di portanza CBR (energia AASHTO Modificata) non inferiori a quanto appresso specificato:

nel caso di sottofondi costituiti da terreni granulari, clima asciutto, assenza di rischi d'imbibizione per infiltrazione laterale o dall'alto o per risalita capillare:

CBR = 20% ($w = w_{opt} \pm 2\%$; senza immersione);

per sottofondi costituiti da terreni granulari, nel caso in cui una delle condizioni sopracitate venga a mancare:

CBR = 20% ($w = w_{opt} \pm 2\%$; 4 giorni di immersione);

nel caso di sottofondi costituiti da terreni limo-argillosi o in presenza di drenaggi insufficienti:

CBR = 20% ($w = w_{opt} \pm 2\%$; saturazione completa).

5.4.7.1.2 Materiali riciclati

Per il presente articolo e per tutte le lavorazioni con materiali riciclati, per tutto quanto non esposto nel presente Capitolato, si farà riferimento al Capitolato Speciale di Appalto tipo a carattere prestazionale per l'utilizzo di materiali inerti riciclati da costruzione e demolizione della Regione Toscana (approvato con D.G.R.T. n. 337 del 15/05/2006).

Le miscele di materiali provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, per essere impiegate nella formazione di strati di sottofondo devono possedere i requisiti indicati nella Tabella 5.15 o nella Tabella 5.16, a seconda che si tratti di aggregati da costruzione e demolizione, o di inerti provenienti prevalentemente da scarti di attività industriali. Ai fini del loro impiego l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dello stesso tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio specializzato. L'idoneità all'impiego del materiale deve essere accertata anche mediante il valore dell'Indice C.B.R. determinato secondo la norma CNR-UNI 10009/64; il materiale sarà ritenuto idoneo se fornisce valori dell'Indice di portanza C.B.R., su provini addensati con energia AASHTO Mod. e umidità $w = w_{ott} \pm 2\%$, dopo 4 giorni di immersione in acqua, pari a $CBR \geq 20\%$

TABELLA 5.15 - AGGREGATI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE PER STRATI DI SOTTOFONDO

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Calcestruzzi, mattoni e laterizi, intonaci, materiali litici, malte, ceramica	UNI EN 13285 Appendice A	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,2% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,4% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	≤ 45%
Sensibilità al gelo (*)	UNI EN 1367-1	≤ 30%

Indice di plasticità	CNR UNI 10014	Non Plastico
Passante allo staccio 63 mm	UNI EN 933-1	100%
Passante allo staccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 15% in massa
Rapporto fra passante allo staccio 0,500 mm e passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	> 1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHTO Mod. nell'intervallo $\pm 2\% W_{OTT}$	CNR B.U. n.69/78 UNI EN 933-1	Differenza $P_{0,063post} - P_{0,063ante}$ ≤ 5%
Indice di forma	UNI EN 933-4	≤ 35%
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 35%
(*) In zone soggette al gelo		

In ogni caso il rigonfiamento rilevato secondo le modalità previste dalla stessa Norma CNR-UNI 10009/64 non dovrà essere superiore a 1%.

I piani di sottofondo devono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%,
al fine di allontanare rapidamente le acque meteoriche.

TABELLA 5.16 - SCARTI INDUSTRIALI PER STRATI DI SOTTOFONDO

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	> 80% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,5% in massa
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	≤ 45%
Sensibilità al gelo (*)	UNI EN 1367-1	≤ 30%
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	Non Plastico
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	100%
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 20% in massa
Rapporto fra passante al setaccio 0,500 mm e passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	> 1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHTO mod. nell'intervallo $\pm 2\% W_{OTT}$	CNR B.U. n.69/78 UNI EN 933-1	Differenza $P_{0,063post} - P_{0,063ante}$ ≤ 5%
Indice di forma	UNI EN 933-4	≤ 35%
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 35%
(*) In zone soggette al gelo		

5.5 CONTROLLI

5.5.1 Controllo delle forniture

In corso d'opera devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in sito, prima della posa in opera del materiale, in contraddittorio con la Direzione dei lavori, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella

qualità dei materiali. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 5.17 salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione Lavori.

5.5.2 Controlli prestazionali sugli strati finiti e detrazioni

Le prestazioni degli strati posti in opera possono essere accertate, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione Md, al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR 146/92.

Il controllo mediante misure di massa volumica in sito può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n. 69/78, la frazione di materiale trattenuta allo staccio 20 mm UNI EN 933-2 non supera il 35% della massa totale.

TABELLA 5.17 - FREQUENZA MINIMA DEI CONTROLLI DELLE FORNITURE DEI MATERIALI

Destinazione	Rilevato		Sottofondo		Massicci rinforzati	
	Primi	Ulteriori	Primi	Ulteriori	Primi	Ulteriori
Tipo di prova	10000 m³	m³	5000 m³	m³	5000 m³	m³
Materiali sciolti naturali						
Classificazione CNR-UNI 10006 -2002	2000	4000	1000	2000	1000	2000
Costipamento	5000	10000	2500	5000	2500	5000
CBR			2500 ⁽¹⁾	5000 ⁽¹⁾		
Materiali riciclati						
Requisiti delle Tabelle 1-4 e 1-5	1000	2000				
Requisiti delle Tabelle 1-8 e 1-9			1000	2000		
Costipamento	1000	2000	1000	2000		
CBR			1000	2000		
Tutti i materiali						
Umidità naturale	500	1000	500	1000	500	1000
⁽¹⁾ Solo per i materiali non appartenenti al gruppo A1-a						

In questo caso il controllo della massa volumica apparente può essere effettuato previa correzione del peso di volume del secco in sito, per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

Pd : massa totale dopo essiccazione del materiale prelevato;

V : volume totale occupato in sito dal materiale prelevato;

P'd : massa del secco della frazione trattenuta allo staccio UNI EN 20 mm;

V' = P'd / γ_s : volume della frazione trattenuta allo staccio UNI EN 20 mm;

γ_s : massa volumica apparente della frazione trattenuta allo staccio UNI EN 20 mm.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHTO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92).

La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato esaminato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione M_d al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico dovrà, in ogni caso, essere non superiore a 2.5. La prova di carico a doppio ciclo risulta inoltre necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

In alternativa, o anche ad integrazione delle misure di modulo di deformazione, il controllo della portanza degli strati finiti può essere effettuato mediante misure di deflessione, operando con mezzi ad alto rendimento che consentono la determinazione del modulo elastico dinamico equivalente M_{ed} . Le soglie da raggiungere devono essere determinate, preliminarmente, sulla base delle correlazioni stabilite in campo prova tra il modulo M_{ed} e il modulo di deformazione M_d , tenuto conto della struttura da realizzare e del materiale in esame. Le misure di deflessione risultano, generalmente, assai più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, possono essere convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza sull'intera estensione dello strato esaminato, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni a mezza costa. Queste determinazioni possono inoltre rappresentare

la base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione M_d se occorre determinare la distribuzione spaziale della portanza degli strati di rilevato realizzati, finalizzata al sezionamento del rilevato in tronchi omogenei di portanza.

Dato che la portanza di una terra o di un materiale granulare dipende dal suo contenuto d'acqua in misura più o meno maggiore in relazione alla natura del materiale stesso, i livelli prestazionali indicati nella Tabella 5.18 si riferiscono a contenuti d'acqua "w" compresi tutti nell'intervallo:

$$w_{ott} - 2,0\% < w < w_{ott} + 2,0\%$$

(w_{ott} = umidità ottima di costipamento ricavata con prove AASHTO Mod.)

Se il contenuto d'acqua "w" del materiale al momento delle prove dovesse risultare esterno all'intervallo sopra specificato, la capacità portante può essere stimata a partire dalle relative misure effettuate tenendo opportunamente conto dell'influenza dell'umidità. Ciò richiede che per il dato materiale siano determinate preliminarmente nel campo prova le correlazioni tra la capacità portante e l'umidità del materiale stesso.

Quando le suddette correlazioni non siano state determinate, nel caso delle prove di carico con piastra o di deflessione, occorre ricondurre il contenuto d'acqua del materiale (per uno spessore di almeno 15 cm) all'interno dell'intervallo sopraindicato.

TABELLA 5.18 - CRITERI DI QUALITÀ E REQUISITI PER GLI STRATI DI RILEVATO E SOTTOFONDO

Strato	Traffico	Grado di addensamento % γ_s max di laboratorio	Modulo di deformazione M_d (N/mm ²)
Sottofondo ¹	P e PP	≥ 95% AASHTO Mod.	≥ 50
	L e M	≥ 93% AASHTO Mod..	≥ 40
Rilevato ²	P e PP	≥ 92% AASHTO Mod.	≥ 30
	L e M	≥ 90% AASHTO Mod..	≥ 25
¹ In trincea, in tutto lo spessore dello strato di bonifica del sottofondo; in rilevato, nello strato superiore fino ad 1,0 m dal piano di sottofondo;			
² Strati posti a più di 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione;			

La Tabella 5.18 riassume i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione ed al tipo di traffico.

Tenuto conto delle situazioni localmente presenti, per gli strati di sottofondo possono assumersi soglie minime diverse da quelle riportate nella Tabella 5.18, purché considerate nel progetto della pavimentazione, si veda a tal proposito la relazione specialistica, e giustificate sotto il profilo tecnico-economico.

Se indichiamo con M_d il valore del modulo di deformazione di progetto e con $M_{d \text{ sito}}$ il valore del modulo di deformazione determinato sul materiale posto in opera dopo un tempo di maturazione compreso tra 12 e 24 ore, nel caso in cui il valore di $M_{d \text{ sito}}$ sia inferiore a M_d saranno applicate le seguenti detrazioni:

- se $M_{d \text{ sito}} \geq 0.95 * M_d$ nessuna detrazione
- se $0.95 * M_d > M_{d \text{ sito}} \geq 0.90 * M_d$ 10% di detrazione
- se $0.90 * M_d > M_{d \text{ sito}} \geq 0.80 * M_d$ 20% di detrazione
- se $M_{d \text{ sito}} < 0.80 * M_d$ rifacimento della stabilizzazione

5.5.2.1 Frequenza dei controlli sugli strati finiti

La frequenza delle prove di controllo degli strati finiti deve rispettare quanto previsto nella Tabella 5.19, salvo diverse e documentate prescrizioni da parte della Direzione Lavori.

TABELLA 5.19 - FREQUENZA MINIMA DEI CONTROLLI PER CIASCUNO STRATO FINITO (UNA PROVA OGNI ...M²)

Destinazione	Corpo del rilevato		Sottofondo	
	Primi	Ulteriori	Primi	Ulteriori
Tipo di prova	10000 m ²	m ²	5000 m ²	m ²
Grado di addensamento	2000	4000	1000	2000
Modulo M_d e M_d/M'_d	2000 ¹	4000 ¹	1000	2000
Modulo elastico dinamico equivalente M_{ed}	400	400	200	200
¹ Solo nel caso in cui non è possibile procedere al controllo del grado di addensamento				

5.5.2.2 Tolleranze sui risultati

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati devono rispettare le soglie minime riportate nella Tabella 5.18.

Negli altri casi si può accettare che su 5 risultati di una stessa prova di controllo una possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento di tali valori non ecceda:

- il 5%, per le misure di massa volumica secca γ_s ;
- il 10%, per le misure di portanza (modulo M_d e M'_d).

Per le prove di portanza ad alto rendimento la media dei valori del modulo M_{ed} ricavata da almeno 12 determinazioni non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 20%.

5.5.2.3 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

La misura delle tolleranze va eseguita mediante regolo di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7: 2004), disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati.

I controlli di esecuzione sono effettuati di norma:

- ogni 5000 m², per le scarpate ed i piani di appoggio degli strati di sottofondo

- ogni 1000 m², per i piani di posa della pavimentazione.

L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- $\pm 2\%$ per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;

- ± 3 cm, per i piani di sottofondo;

- ± 5 cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;

- ± 10 cm, per i piani delle scarpate, sia nel caso vengano rivestite con terra vegetale, sia in caso contrario.

5.5.3 Riempimenti

Con la generica denominazione di riempimenti si individuano diverse tipologie di lavorazioni che riguardano: sistemazioni di tratti di rilevato rimasti in sospeso, rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (come ad esempio la posa di sottoservizi), riempimenti a ridosso di opere di sostegno, ripristino di cavi di fondazioni intorno a strutture murarie, sistemazioni ambientali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.

E' necessario, pertanto, impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

I materiali, trasportati mediante autocarri o mezzi simili, non devono essere scaricati direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositati in loro vicinanza e successivamente posti in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti.

L'Impresa deve evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza e non deve operare mediante grossi rulli vibranti entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. Alle spalle di tali strutture devono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, come piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nell'eseguire la formazione dei riempimenti o dei tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte già realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici onde ottenere analoghe caratteristiche prestazionali degli strati finiti. A ridosso delle murature dei manufatti, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati delle pezzature maggiori di 40 mm, qualora lo ritenga necessario in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali. La stabilizzazione deve interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sia a forma trapezia, avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato. Il cemento, di tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato; l'esatto quantitativo, entro i suddetti limiti, deve essere determinato sperimentalmente dall'Impresa e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

La miscela deve essere compattata fino al 95% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia AASHTO Modificata (CNR 69/78), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

ARTICOLO 6. MURATURE

Tutte le murature dovranno essere eseguite secondo i disegni di progetto; nella realizzazione dovrà essere curata la perfetta esecuzione di spigoli, di voltine, piattabande, archi e saranno lasciati tutti i necessari incavi in modo da non scalpellare i muri già costruiti.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo, non dovranno essere eseguiti in quei periodi nei quali la temperatura si mantenga per molte ore sottozero.

6.1 MURATURA A SECCO

Sarà eseguita con pietre ridotte con martello alla forma più regolare possibile, escludendo le pietre di forma rotonda. Per paramento si sceglierà quelle di maggiori dimensioni e l'assenza di malta sarà supplita dal combaciamento fra i singoli pezzi.

6.2 MURATURA DI PIETRAME CON MALTA

Sarà eseguita con scapoli di pietrame di grossa pezzatura allettati con malta cementizia a 300 Kg. di cemento.

Prima di essere collocate in opera, le pietre saranno ripulite e bagnate. Le facce viste delle murature non destinate ad essere intonacate o rivestite, saranno rabboccate con malta cementizia a 400 Kg. di cemento.

6.3 MURATURA IN MATTONI

Sarà eseguita con materiali rispondenti alle "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" (R.D. 16.11.1939 n° 2233); i laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati sino a saturazione per immersione prolungata e non per asperione.

Se non diversamente disposto, la muratura verrà eseguita con mattoni pieni UNI 5628-65, di ottima scelta, perfettamente spigolati e ben premuti sullo strato di malta.

6.4 PARAMENTI DELLE MURATURE

Le murature non soggette a rivestimento potranno venir richieste con la lavorazione dei paramenti secondo i tipi indicati in Elenco Prezzi o secondo le disposizioni della D.L.

Resta stabilito che l'Appaltatore, prima di iniziare le murature e i relativi paramenti, dovrà apprestare a sua cura e spese, le campionature che saranno sottoposte all'approvazione della D.L.

ARTICOLO 7. CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

Le caratteristiche dei materiali necessari al confezionamento risponderanno, per vari tipi di impasto, alle prescrizioni del presente Capitolato e alle voci dell'Elenco Prezzi.

7.1 CALCESTRUZZO DI MALTA ORDINARIO O CICLOPICO

Il calcestruzzo ordinario sarà confezionato preparando separatamente i due componenti (un terzo di malta idraulica o bastarda e due terzi di ghiaia o pietrisco), procedendo successivamente al mescolamento.

Analogamente si procederà per il calcestruzzo ciclopico, utilizzando però pietrame di pezzatura assortita, ripulito, lavato e con resistenza alla compressione non inferiore a 900 Kg./cmq.. Il pietrame verrà annegato in opera nel calcestruzzo, avendo cura che disti non meno di 5 cm. dalle superfici esterne della struttura.

7.2 CONGLOMERATI CEMENTIZI

I conglomerati da usarsi in opera di qualsiasi natura, (sia in fondazione che in elevazione), saranno confezionati secondo il D.M. 17/01/2019 *Norme tecniche per le costruzioni*.

L'impasto del conglomerato sarà effettuato con impianti di betonaggio tali da garantire il controllo di quantità dei componenti.

Il quantitativo d'acqua dell'impasto dovrà essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità.

Il prelievo dei campioni per il "controllo di accettazione" e la preparazione e la stagionatura dei provini saranno effettuati con le modalità previste dalla normativa vigente o dalle norme tecniche di riferimento (NORME UNI 6127/73 e 6130/72).

Se l'impasto sarà confezionato fuori opera, il trasporto del conglomerato dovrà essere effettuato con mezzi che impediscano la separazione dei singoli elementi; il tempo trascorso tra l'inizio dell'impasto ed il termine dello scarico non dovrà causare un aumento di consistenza superiore ai 5 cm. alla prova del cono.

Il calcestruzzo per fondazione di manufatti o platee, verrà disteso sul fondo del cavo a strati non maggiori di cm. 20 regolarmente distribuiti con la pala e battuto per strato con idonei pilli di legno.

Se il calcestruzzo deve esser gettato in un cavo con la presenza di acqua, per la formazione di fogne e manufatti, il piano di fondazione dovrà essere mantenuto costantemente all'asciutto.

I calcestruzzi in gettata esposti all'aria e specialmente quelli delle volte di fognatura e manufatti, dovranno essere riparati dal sole mediante idonea copertura mantenuta costantemente bagnata fino a sufficiente indurimento del calcestruzzo ed almeno fino dopo il disarmo.

Similmente i calcestruzzi, come le murature, dovranno con opportuni ripari essere difesi dall'acqua e da eventuali geli.

La cubicità del calcestruzzo impiegato, sarà desunta e valutata esclusivamente dai disegni di esecuzione in precedenza consegnati all'accollatario e quindi, non sarà tenuto alcun conto della maggiore quantità di calcestruzzo che potesse occorrere, sia per colmare vani che si fossero prodotti per qualsiasi causa nelle pareti del cavo, sia per qualunque altro motivo, nessuno escluso ed eccettuato: in quanto nello stabilire il prezzo del calcestruzzo è stato tenuto debito conto degli oneri suddetti.

Qualora la resistenza cubica alla compressione di un calcestruzzo di R'_{ck} = prescritta, risultasse inferiore al valore corrispondente, sarà applicato il Prezzo d'Elenco per titolo di calcestruzzo di R'_{ck} corrispondente ed il prezzo sarà ridotto del 15% a titolo di penale e ciò sempre che la Direzione dei Lavori, a suo giudizio insindacabile, non ritenga di disporre per la demolizione e ricostruzione del getto.

ARTICOLO 8. FORNITURA E POSA IN OPERA DI TUBAZIONI

8.1 GENERALITÀ

La posa in opera di fognature e qualsiasi tipo di tubazione dovrà essere preceduta dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, qualora non risultino dal progetto specifiche indicazioni.

Gli scavi per la posa in opera, dovranno essere costituiti da livellette raccordate da curve e, laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, occorrerà preparare il piano di posa con un letto di sabbia; qualora fosse più indicata la realizzazione di un massetto, lo stesso sarà realizzato con un conglomerato cementizio magro.

Lo scarico dei tubi, di qualunque materiale, dai mezzi di trasporto, sarà da effettuarsi prendendo tutte le precauzioni necessarie ad evitare danni sia ai tubi che ai rivestimenti: prima di essere messi a posto, i singoli elementi saranno accuratamente puliti.

I tubi verranno calati nelle trincee, con mezzi idonei a preservarne l'integrità e le giunzioni saranno eseguite con la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale.

L'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire le prove di tenuta dei tronchi di tubazione provvedendo, a sue spese, a tutto quanto sarà necessario all'esecuzione delle prove stesse.

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo e dell'uso delle tubazioni eseguite.

8.2 MISURE DEI MATERIALI

La valutazione delle tubazioni avverrà in genere in base alla loro massa o in base alla loro lunghezza secondo le disposizioni in Elenco Prezzi.

La valutazione delle tubazioni in genere sarà fatta a metro lineare, misurando la lunghezza sull'asse delle tubazioni senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi.

I pezzi speciali saranno valutati ragguagliandoli all'elemento ordinario di tubazione di pari diametro:

• curve semplici a 45 gradi con diametro minore 20 cm.	ml. 1,00
• curve semplici a 45 gradi con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,50
• curve a squadra 90 gradi con diametro minore 20 cm.	ml. 1,00
• curve a squadra 90 gradi con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,50
• riduzioni	ml. 1,00
• ispezione con tappo e serratappo	ml. 1,50
• giunti semplici	ml. 1,50
• giunti a squadra	ml. 1,25
• sifone verticale	ml. 4,00
• sifone orizzontale	ml. 5,00

Analogamente si procederà per le tubazioni in materie plastiche (P.V.C. UNI 7447/75, polietilene etc.) valutando come segue i pezzi speciali:

• curve aperte o chiuse con diametro minore 20 cm.	ml. 1,00
• curve aperte o chiuse con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,25
• braghe semplici e T semplici	ml. 1,25
• braghe doppie e T doppi con diametro minore 20 cm.	ml. 1,25
• braghe doppie e T doppi con diametro maggiore 20 cm.	ml. 1,75
• braghe a Y con diametro minore 20 cm.	ml. 1,75
• braghe a Y con diametro maggiore 20 cm.	ml. 2,25
• tappi	ml. 1,25

I materiali valutabili a peso dovranno essere accompagnati da note - peso controllabili con bascule dei cantieri o alla pesa pubblica.

8.3 POSA IN OPERA DI FOGNATURE IN ELEMENTI PREFABBRICATI

8.3.1 Fognature prefabbricate in calcestruzzo di tipo normale

In linea generale per la posa in opera delle normali fognature prefabbricate in calcestruzzo, sia a sezione ovoidale che circolare ed in elementi lunghi metri 1,00 (uno), si dovranno osservare le seguenti disposizioni:

- a) - lo scavo deve avere una larghezza pari a quella massima esterna della fogna, misurata al giunto a semi incastro oppure a bicchiere secondo il caso, aumentata di mt. 0,12 minimo per parte. Sono comunque salve particolari disposizioni che la Direzione Lavori potrà impartire, per scritto, in relazione alla natura del terreno;
- b) - la profondità dello scavo deve essere spinta fino a mt. 0,15 al disotto della base di appoggio della fogna per poter creare la sede della normale platea di appoggio e quando non sussistono particolari tipi di platea che saranno allora indicati dai disegni di progetto o prescritti in corso d'opera dalla Direzione Lavori;
- c) - la platea di appoggio della fogna, dovrà rispettare l'esatta pendenza assegnata alla fogna e dovrà avere uno spessore minimo di cm. 15 ed il fondo scavo, dove sarà eseguito il getto, dovrà essere quindi regolarizzato al massimo. Il getto della platea, richiamandosi all'art. 6 delle presenti norme tecniche, sarà eseguito, se trattasi di "normale platea" come sopra indicato (voce b), con cls. classe R'ck = 200. Sono salve eventuali particolari prescrizioni di progetto o di Direzione Lavori;
- d) - i giunti dei vari elementi di fogna, sia del tipo a semi incastro o a bicchiere, saranno ristuccati con malta di cemento tit. 325 dosata con q.li 4,00 (quattro) di cemento per mc. 1,00 (uno) di sabbia lavata di fiume. La stuccatura, dovrà essere eseguita con la massima cura, sia all'esterno che all'interno del giunto e quindi, per le fogne di sezione piccola non ispezionabile, la stuccatura interna (fino a che la sezione lo consentirà), dovrà essere effettuata progressivamente alla posa in opera di ogni singolo elemento lungo mt. 1,00 o mt. 2,00 secondo i tipi di fogna. La stuccatura dovrà, unitamente al successivo rinfiamento, garantire la tenuta dei giunti sia all'uscita che all'entrata di liquami o acque, il tutto in osservanza delle prescrizioni del D.Lgs. 152/2006, della Legge n° 319 del 1976 e ss. mm. per l'anti inquinamento e successive sue integrazioni e modifiche;
- e) - gli elementi delle fogne dovranno essere forniti dal produttore con certificato di garanzia circa i collaudi subiti in stabilimento ed inclusi quelli che assicurino la perfetta impermeabilità delle pareti dell'elemento di fogna medesimo;
- f) - una volta posta in opera sulla sua platea e ristuccatura nei giunti, la fognatura dovrà essere rinfiata con getto di calcestruzzo di cemento dosato come già indicato alla precedente voce (c) per la platea, ma salve sempre eventuali particolari prescrizioni di progetto e di Direzione Lavori. L'altezza del rinfiamento dovrà rispettare le indicazioni riportate nel relativo titolo di lavoro, di "provvista e posa di fogna", trascritto nell'Elenco Prezzi del presente Capitolato. In difetto di detta indicazione il rinfiamento dovrà essere spinto fino ad ottenere la completa estradossatura del cervello della fogna per uno spessore non inferiore a cm. 10. Lo spessore del rinfiamento sarà dato dalle misure di scavo già indicate alle voci (a) e (b), il cui dimensionamento ha appunto lo scopo di realizzare la sede del rinfiamento stesso. In difetto si procederà alle opportune detrazioni dal titolo di lavoro di "provvista e posa di fogna" secondo i prezzi dei normali getti di calcestruzzo riportati dall'Elenco Prezzi;
- g) - il riempimento dello scavo e ricopertura della fogna verrà effettuato con misti naturali di cava o di fiume che dovranno essere compattati a regola d'arte in modo che non si debbano verificare cedimenti e/o avvallamenti delle soprastanti sovrastrutture stradali e delle pavimentazioni. Solo la Direzione Lavori potrà autorizzare, per scritto e previo adeguati accertamenti, l'utilizzo parziale e/o totale delle terre di risulta dagli scavi, sia della stessa fogna, che di altre opere di cantiere o di provenienza esterna. Di dette terre, peraltro, ne dovrà essere contabilizzata la sola posa in opera, qualora non si tratti di terre provenienti da "cava di prestito" aperte a cura dell'Impresa ed autorizzate e/o approvate e controllate dalla Direzione Lavori e per il cui pagamento si adotteranno gli eventuali Prezzi di Elenco o, se mancanti, si darà corso ad appositi concordati Nuovi Prezzi;
- h) - in corrispondenza dei pozzettoni di ispezione gli elementi della fogna prefabbricata dovranno essere attestati fino al "filo del paramento interno" del pozzettone ed adeguatamente ristuccati come in voce (d). La muratura in mattoni pieni, oppure il getto in calcestruzzo di cemento del pozzettone, verranno contabilizzati detraendo il volume occupato dalla fogna. La detrazione è esclusa solo per fogne di sezione pari o inferiore a mq. 0,0314 (tubo cm. 20).

8.3.2 Fogne prefabbricate in calcestruzzo del tipo a bicchiere a giunto elastico

Per le fogne prefabbricate, in elementi di sezione ovoidale e/o circolare della lunghezza di mt. 2,00 (due) realizzate con calcestruzzo, turbovicompreso ad alta resistenza, armato o non armato a richiesta, con giunti a bicchiere con anello elastomerico a tenuta in gomma speciale EPDM di sezione "goccia"; con base di appoggio continua per tutta la

lunghezza dell'elemento dall'inizio della bocca del bicchiere fino al termine opposto dell'elemento stesso; (fogne tipo ILCEV, DIN.4032 o similari), si osserveranno le seguenti prescrizioni:

a) - ogni fornitura di elementi di fogna dovrà essere corredata di relativa relazione tecnico-statica particolareggiata, nonché di dichiarazione di corrispondenza della fogna al D.Lgs. 152/2006 ed alla Legge n° 319 del 1976 e ss.mm. anti inquinamento, a quale prescrive che le pareti dell'elemento siano impermeabili sia alle acque esterne che ai liquami interni, nonché il grado di impermeabilità e tenuta dei giunti elastici. Garanzia, inoltre, della linearità del piano di scorrimento dei liquami;

b) - in casi normali e generali, quando i carichi fissi e accidentali lo consentono, il rinfianco potrà essere effettuato anche con sola sabbia asciutta. Per quanto riguarda l'ampiezza dello scavo di sede della fogna, nonché gli spessori minimi per platea e rinfianco, si dovranno osservare le stesse modalità indicate per le normali fogne prefabbricate indicate al precedente paragrafo 1) lettere a), b), c), f). La fogna sarà totalmente estradossata al suo cervello per uno spessore di cm. 10 (dieci) minimo, a meno che il titolo del prezzo disponga diversamente. Il tipo di rinfianco, sabbia o calcestruzzo, sarà indicato dal Prezzo di Elenco;

c) - nei casi indicati dal progetto od in caso di disposizioni emanate in corso d'opera dalla Direzione dei Lavori, al fine di assicurare una maggiore stabilità alla fognatura, questa potrà essere realizzata con platea armata a forma di "sella", che sarà gettata in opera entro lo scavo a tratti di lunghezza non maggiore di ml. 4,00, con interposizione, fra un tratto e l'altro, di un giunto in polistirolo. Le misure della "sella" nelle parti che formano la platea e le "ali" della sezione ad "U", nonché l'inclinazione di queste ultime risulteranno dai disegni esecutivi di progetto o saranno contenute nell'ordine scritto della D.L. e ciò con lo scopo di ottenere il migliore adattamento della struttura alle condizioni di impiego.

La posa in opera degli elementi prefabbricati della fogna dovrà avvenire in modo che i giunti della platea risultino sfalsati rispetto a quelli della posa in opera degli elementi fognatura.

L'armatura in acciaio della "sella" sarà eseguita con acciaio dei tipi B450 C ovvero sempre del tipo controllato in stabilimento e secondo i disegni esecutivi forniti.

L'incidenza dell'armatura per ogni metro lineare di platea non dovrà comunque essere inferiore a 13 Kg. ed essere eseguita con ferri di diametro mm. 8, almeno in n. di 14 longitudinali e 3 trasversali dei quali almeno 1 sagomato.

Prima della posa in opera della fognatura sarà interposto nella "sella" uno strato di sabbia asciutta di cm. 4-5 compresso e successivamente sarà completato il rinfianco con sabbia dello spazio compreso fra la parete interna della "sella" e quella esterna della fognatura.

Gli spessori di rinfianco ed estradossatura saranno eseguiti secondo i tipi previsti nei disegni esecutivi e secondo le modalità indicate nei paragrafi ed articoli precedenti.

8.3.3 Norme comuni ai vari tipi di fogne prefabbricate in calcestruzzo

Ogni elemento di fogna sarà calato nello scavo con gru, autogru, braccio escavatore.

L'imboccatura di ogni elemento di fogna, con il precedente già in opera, dovrà essere esclusivamente effettuata tassativamente per gli elementi con giunto a bicchiere ed anello elastomerico, mediante impiego di TIR-FOR manuale o idraulico a seconda delle necessità.

E' tassativamente vietato porre in opera, cioè eseguire i giunti fra i vari successivi elementi di fogna, esercitando pressione mediante le benne degli escavatori od altre macchine operatrici simili. Ciò al fine di evitare incrinature e/o rotture e/o sbeccature, sia dei giunti stessi che degli elementi di fogna, i quali dovranno giungere in cantiere ed essere scaricati a piè d'opera e/o in opera perfettamente integri in ogni loro parte.

Elementi difettosi o comunque danneggiati, anche durante il loro trasporto a piè d'opera, saranno rifiutati e l'Impresa dovrà provvedere alla loro immediata sostituzione prima della loro posa in opera e/o dello scarico a piè d'opera. Elementi posti in opera non integri, dovranno essere tassativamente rimossi e sostituiti, qualunque sia lo stato di avanzamento nella costruzione della fognatura.

Non sono ammesse stuccature e/o ripristini e/o rabberci di qualunque tipo. Il tutto al fine di ottemperare alle norme di cui al D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Singoli elementi o tratti di fognatura che, sfuggiti ai controlli in corso d'opera, risultassero in fase di collaudo lesionate, incrinate o comunque difettose per non aver rispettato le prescrizioni di fornitura e di posa sopra dettate, saranno detratte dalla contabilità e l'Impresa si dichiara perfettamente edotta di detto provvedimento e non potrà avanzare riserve o altre pretese di pagamenti, indennità, compensi.

Quanto sopra sarà applicato anche in fase di controllo della Direzione Lavori nella stesura della contabilità finale, sia per l'emissione dell'ultimo stato di avanzamento lavori e/o dello Stato Finale per il collaudo. Eventuali vizi occulti di costruzione, trasporto, posa in opera, che si manifestassero durante l'esercizio della fogna ed entro il periodo di prescrizione decennale di cui al vigente Codice Civile, faranno carico all'Impresa Appaltatrice dei lavori la quale dovrà, a sua cura e spese, provvedere ai necessari interventi, di qualsiasi entità essi si rivelino, incluso i ripristini delle sedi stradali alterate ed incluso l'onere delle nuove prove di tenuta della fogna delle Condizioni Generali del presente Capitolato.

8.3.4 Fogne prefabbricate in p.v.c. tubazioni sezione circolare

Per le fogne e/o tubazioni di sezione circolare in P.V.C. si rimanda ai relativi specifici titoli di lavoro riportati nell'Elenco Prezzi al presente Capitolato.

Comunque i tipi delle tubazioni in P.V.C., qualunque sia il loro diametro, saranno i seguenti:

Serie 300 e Serie 301 Norme UNI 7443/75 con giunto a bicchiere per incollaggio.

Serie 303/1 e Serie 303/2 Norme UNI 7447/75 con giunto a bicchiere ed anello elastomerico a tenuta. Di dette serie potranno essere anche richiesti i tipi a giunto con bicchiere ad incollaggio.

Sempre secondo quanto sarà specificamente indicato dal rispettivo prezzo di Elenco, i predetti tubi potranno essere rinfiancati, platea ed estradossatura incluse, sia con calcestruzzo, sia con sola sabbia.

Comunque, la ricopertura totale del tubo, a partire dalla generatrice superiore non dovrà essere mai inferiore a mt. 1,00 (uno) come da Norme UNI 7447/75.

ARTICOLO 9. FONDAZIONI E BASI NON LEGATE

9.1 GENERALITÀ E DEFINIZIONI

Gli strati di base e di fondazione delle sovrastrutture stradali possono essere realizzati con misti granulari non legati costituiti da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego; per il confezionamento dei soli strati di fondazione possono essere utilizzati, inoltre, inerti granulari riciclati trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 Febbraio 1998, aventi i requisiti previsti nel §53.2.3, o terre stabilizzate granulometricamente.

Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto o, in carenza, dalla D.L..

L'aggregato grosso è quello di dimensione d uguale o maggiore di 1 mm e D maggiore di 2 mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore.

L'aggregato fine è quello di dimensione d uguale a zero e D minore o uguale a 6.3 mm.

Le miscele potranno essere formate da materiale idoneo oppure da correggersi mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche, eseguita con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o altri sistemi al fine di migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

9.2 QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

9.2.1 Aggregati lapidei di primo impiego

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati; gli elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle Tabella 9.20 e Tabella 9.21.

TABELLA 9.20 - REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO DEI MISTI GRANULARI DI PRIMO IMPIEGO PER STRATI DI FONDAZIONE

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Resistenza alla frantumazione Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	63	63	63	63
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	>30	>30	>30	-
Resistenza al gelo disgelo (Δ Sl _a) (1)	C.N.R. n. 80	%	≤ 20	≤ 20	≤ 30	≤ 30
(1) In zone soggette al gelo						

TABELLA 9.21 - REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO DEI MISTI GRANULARI DI PRIMO IMPIEGO PER STRATI DI BASE

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Resistenza alla frantumazione Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	*	*	≤ 30	≤ 30
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	*	*	63	63
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	*	*	≥ 80	≥ 60
Resistenza al gelo disgelo (Δ Sl _a) (1)	C.N.R. n. 80	%	*	*	≤ 20	≤ 20
(1) In zone soggette al gelo						
* Materiale non idoneo salvo studi particolari						

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 9.22 e Tabella 9.23.

TABELLA 9.22 - REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE DEI MISTI GRANULARI DI PRIMO IMPIEGO PER STRATI DI FONDAZIONE

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40	≥ 40
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	N.P.	≤ 6
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 35	≤ 35
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

TABELLA 9.23 - REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE DEI MISTI GRANULARI DI PRIMO IMPIEGO PER STRATI DI BASE

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	*	*	≥ 50	≥ 50
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	*	*	N.P.	N.P.
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	*	*	≤ 25	≤ 25
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	*	*	≤ 6	≤ 6
* Materiale non idoneo salvo studi particolari						

9.2.2 Aggregati riciclati

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei (§5.2.3.2).

9.2.2.1 Requisiti di composizione

Il misto granulare per strati di fondazione costituito da aggregati riciclati dovrà possedere i requisiti di composizione indicati nella seguente Tabella 9.24.

9.2.2.2 Requisiti fisico - meccanici

Per gli elementi dell'aggregato grosso devono essere soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 9.25.

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi che possiedano le caratteristiche riportate nella seguente Tabella 9.26.

9.2.2.3 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere ≤0,5 %. Si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, materiali con un contenuto di solfati e solfuri maggiore del limite suddetto purché vengano rispettati i limiti previsti dal citato D.M. del 05/02/98.

TABELLA 9.24 - REQUISITI DI COMPOSIZIONE DEI MISTI GRANULARI RICICLATI PER STRATI DI FONDAZIONE

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente (*)	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,2% in massa

eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc.		
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa
(*) Decreto Legislativo n.22 del 05/02/1997 e successivi aggiornamenti e integrazioni.		

TABELLA 9.25 - REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO DEI MISTI GRANULARI RICICLATI PER STRATI DI FONDAZIONE

Indicatori di qualità		Unità misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	63	63	63	63
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Sensibilità al gelo (1)	UNI EN 1367-1	%	≤ 20	≤ 20	≤ 30	≤ 30
(1) In zone soggette al gelo						

TABELLA 9.26 - REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE DEI MISTI GRANULARI RICICLATI PER STRATI DI FONDAZIONE

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	N.P.	≤ 6
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 35	≤ 35
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 6	≤ 6	≤ 6	≤ 6

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

9.2.3 Miscele

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione degli strati di fondazione o di base non legati deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 9.27 se si tratta di materiale lapideo di primo impiego e di Tabella 9.28 se si tratta di aggregati riciclati.

TABELLA 9.27 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI MATERIALE LAPIDEO DI PRIMO IMPIEGO

Serie stacci UNI (mm)	Fondazione	Fondazione o base
	Passante totale in peso	
56	100	-
22.4	70/100	100
11	-	70/100
8	30/70	50/85
4	23/55	35/65
2	15/40	25/50
0.5	8/25	15/30

0.063	2/15	5/15

L'aggregato non deve presentare forma appiattita, allungata o lenticolare. In ogni caso, la dimensione massima dell'aggregato non deve superare la metà dello spessore dello strato ed il rapporto tra il passante allo staccio UNI 0.063 mm ed il passante allo staccio UNI 0.5 mm deve essere inferiore a $\frac{2}{3}$.

Per gli aggregati riciclati, la produzione di materiale finissimo per effetto del costipamento con energia AASHTO Mod., effettuato nell'intervallo di umidità $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima, valutata tramite la differenza della percentuale di passante al setaccio UNI EN 0.063 mm prima e dopo il costipamento, non dovrà essere superiore al 5%.

TABELLA 9.28 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI RICICLATI

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
63	100
31.5	75/100
16	50/82
10	35/70
4	22/50
2	15/40
0.5	8/25
0.125	5/15
0.063	2/10

L'indice di portanza CBR, determinato secondo quanto prescritto dalla CNR-UNI 10009:64, dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante allo staccio UNI EN 20 mm), non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e può essere determinato applicando la norma AASHTO T294 o altra metodologia indicata dal progettista.

I diversi componenti e, in particolare, le sabbie devono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili

9.3 ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

La composizione delle miscele da adottare dovrà essere comunicata dall'Impresa alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato; la documentazione deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione attestanti il possesso dei requisiti elencati al § 54.2. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (CNR 69/78) per l'individuazione del valore di riferimento della massa volumica secca massima della miscela ($\rho_s \max$).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

9.4 CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

9.5 ESECUZIONE DEI LAVORI

Il piano di posa dello strato deve essere ripulito da materiale estraneo ed avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza richiesti. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm.

Una volta costipato, il materiale dovrà presentarsi uniformemente miscelato in modo che non si verifichi la segregazione dei suoi componenti. Al fine di raggiungere l'umidità prescritta in funzione della massa volumica, potrà essere necessaria l'aggiunta di acqua, che dovrà effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa andrà eseguita con finitrice o grader appositamente equipaggiato.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Comunque, qualora dovessero verificarsi danni dovuti al gelo o un eccesso di umidità, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. con una prova sperimentale di campo usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

9.6 CONTROLLI

Per controllare la qualità dei materiali e la loro posa in opera, si eseguiranno prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che sullo strato finito.

9.6.1 Controllo delle forniture

Le caratteristiche di accettazione dei materiali elencate al presente articolo vanno verificate prima dell'inizio dei lavori e ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza del materiale naturale o i lotti omogenei dei materiali riciclati. Per ogni approvvigionamento omogeneo, la frequenza delle prove di attitudine deve rispettare, per ogni tipo di controllo da effettuare, i criteri quantitativi riportati nella Tabella 9.29 per i misti naturali di primo impiego e nella Tabella 9.30 per i misti granulari riciclati, salvo diverse e documentate prescrizioni da parte della Direzione dei Lavori

TABELLA 9.29 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI DELLE FORNITURE DEI MISTI GRANULARI DI PRIMO IMPIEGO

Controllo	Ubicazione prelievo	Frequenza	Requisiti
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Tabella 9.20 Tabella 9.21
Aggregato fine	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Tabella 9.22 Tabella 9.23
Granulometria miscela	Sito	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m ³ di stesa	Tabella 9.27

TABELLA 9.30 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI DELLE FORNITURE DEI MISTI GRANULARI RICICLATI PER FONDAZIONI STRADALI

Controllo	Ubicazione prelievo	Frequenza	Requisiti
Materiali componenti	Impianto	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 9.24
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 9.25
Aggregato fine	Impianto	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 9.26
Granulometria miscela	Sito	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m ³ di stesa	Tabella 9.28

Umidità ottima AASHTO Mod.	Sito	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m ³ di stesa	
Indice C.B.R. dopo 4 giorni di imbibizione in acqua	Sito	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m ³ di stesa	> 30% nell'intervallo di umidità ±2% rispetto a Wott AASHTO mod.
Produzione finissimo per costipamento AASHTO Mod. nell'intervallo ±2% Wott	Sito	Iniziale, poi giornaliera oppure ogni 1000 m ³ di stesa	< 5%

La granulometria delle miscele deve essere verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo aver effettuato il costipamento, nel caso di misti granulari di primo impiego; nel caso di misti granulari riciclati, il materiale deve essere prelevato in sito al momento della posa in opera. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 punti e di ±2 punti per l'aggregato fine. In ogni caso non devono essere superati i limiti dei fusi assegnati (Tabella 9.27 e Tabella 9.28). L'equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) dell'aggregato fino deve essere verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

9.6.2 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO Mod. di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante.

Il controllo mediante misure di massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n.22/72) può essere effettuato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n.69/1978, la frazione di materiale trattenuta al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale. In questo caso il controllo può essere effettuato previa correzione della massa volumica del secco in sito per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

P_d : massa totale dopo essiccazione del materiale prelevato;

V : volume totale occupato in sito dal materiale prelevato;

P'_d : massa del secco della frazione trattenuta al staccio UNI EN 20 mm;

$V' = P'_d / \gamma_s$: volume della frazione trattenuta al staccio UNI EN 20 mm;

γ_s : massa volumica apparente della frazione trattenuta al staccio UNI EN 20 mm.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHTO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92) per la determinazione dei moduli di deformazione M_d e M'_d .

La determinazione del modulo M'_d al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione M'_d al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico non dovrà, almeno nel 95% delle determinazioni, essere superiore ai limiti previsti nella Tabella 9.31 per i rispettivi livelli di traffico.

9.6.2.1 Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al § 54.3. La metodologia d'indagine impiegata dovrà essere tale da fornire

parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra) per la determinazione del Modulo di deformazione (M_d) dello strato, sia prove di deflessione ad elevato rendimento per la determinazione del Modulo elastico dinamico (M_{ed}).

Il Modulo di deformazione (M_d) dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 146/92).

Il Modulo elastico dinamico (M_{ed}) dello strato deve essere quello utilizzato nel progetto della pavimentazione e viene determinato mediante la misura della portanza dello stesso, effettuata con una macchina a massa battente (Falling Weight Deflectometer-FWD) dotata di misuratori di abbassamento (deflessione) operanti su 9 punti di una linea a distanza prefissata dalla piastra di carico, nel modo qui di seguito descritto:

- la massa battente da usare e l'altezza di caduta verranno stabilite, mediante prove da effettuare prima della misura, in modo da non lasciare deformazioni permanenti sotto la piastra; l'altezza di caduta o la massa battente, se ciò succede, dovranno essere ridotte fino ad avere una deformazione di tipo elastico;
- le misure verranno effettuate nelle condizioni stabilite al punto precedente, controllando che comunque anche in altre zone di prova non si abbia deformazione plastica; il Modulo elastico dinamico dello strato di fondazione verrà calcolato interpretando le misure mediante specifico software di retrocalcolo di riconosciuta validità da parte dell'Amministrazione.

In assenza di specifiche indicazioni di progetto, che stabiliscano soglie minime diverse, i valori dei moduli di deformazione M_d (valutati attraverso prova di carico con piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 N/mm²) ed i valori dei moduli elastici dinamici M_{ed} non dovranno essere inferiori ai valori limite riportati nella Tabella 9.31.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti tutti i valori di portanza dello strato di fondazione dovranno essere non inferiori ai valori limite previsti.

9.6.2.2 Tolleranze sui risultati

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per ciascun tipo di prova, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella suddetta Tabella 9.31.

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

- il 3%, per la misura del grado di addensamento;
- il 5%, per le misure dei moduli M_d e M'_{d} .

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico M_{ed} ricavata da almeno 12 determinazioni non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%.

9.6.2.3 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto in Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Salvo documentata diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in Tabella 9.31.

TABELLA 9.31 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI PRESTAZIONALI DEGLI STRATI FINITI

CONTROLLI	TRAFFICO		FREQUENZA
	PP o P	M o L	
Grado di addensamento γ _d /©d _{max} , laboratorio [%]	≥ 98 % AASHTO Mod.	≥ 95 % AASHTO Mod.	Ogni 1.000 m ² di stesa

Rapporto M_d' / M_d	$\geq 2,0$	$\geq 2,3$	Ogni 1.000 m ² di stesa
Modulo di deformazione M_d [N/mm ²]	≥ 100 (o della prestazione prevista in Progetto)	≥ 80 (o della prestazione prevista in Progetto)	Ogni 1.000 m ² di stesa
Modulo elastico dinamico equivalente M_{ed} [N/mm ²]	≥ 190 (o della prestazione prevista in Progetto)	≥ 150 (o della prestazione prevista in Progetto)	Ogni 250 m ² di stesa
Spessore degli strati	spessore di progetto	spessore di progetto	Ogni 500 m ² di stesa
Scostamento con regolo da 4 m	< 10 mm dai piani di Progetto	< 10 mm dai piani di Progetto	Ogni 500 m di stesa

ARTICOLO 10. STRATI DI FONDAZIONE, SOTTOBASE E BASE IN MISTI A LEGANTE IDRAULICO E/O BITUMINOSO

Le miscele per strati di fondazione, di sottobase e di base trattate in questo articolo si distinguono in misti cementati e miscele ottenute da riciclaggio in sito di strati esistenti in misto cementato e/o granulare con l'aggiunta di cemento e/o bitume schiumato e/o emulsione bituminosa. Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto o, in carenza, dalla Direzione Lavori.

10.1 MISTO CEMENTATO

10.1.1 Generalità e definizioni

Il misto cementato può essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare) o aggregati riciclati trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 Febbraio 1998, confezionata in impianto con un legante idraulico (cemento) ed acqua. L'aggregato grosso è quello di dimensione d uguale o maggiore di 1 mm e D maggiore di 2 mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore.

L'aggregato fine è quello di dimensione d uguale a zero e D minore o uguale a 6.3 mm.

La miscela di aggregati e legante deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

10.1.2 Qualificazione dei materiali

10.1.2.1 Aggregati lapidei di primo impiego

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 10.32.

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 10.33.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

TABELLA 10.32 - REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO DI PRIMO IMPIEGO PER LA FORMAZIONE DI MISTI CEMENTATI

Indicatori di qualità	Unità di	Livelli di traffico

Parametro	Normativa	misura	PP e P	L e M
Resistenza alla frantumazione Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	40	40
Resistenza al gelo/ disgelo (DS _{la})(*)	C.N.R. n. 80	%	≤ 30	≤ 30
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 30	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-8	%	≤ 1	≤ 1
(*) In zone considerate soggette al gelo				

TABELLA 10.33 - REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE DI PRIMO IMPIEGO PER LA FORMAZIONE DI MISTI CEMENTATI

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livelli di traffico	
Parametro	Normativa		PP e P	L e M
Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	30 ≤ Es ≤ 60	30 ≤ Es ≤ 60
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	6
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25

10.1.2.2 Aggregati riciclati

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei.

10.1.2.2.1 Requisiti di composizione

Il misto granulare riciclato per la formazione del misto cementato dovrà essere costituito da aggregati riciclati in possesso dei requisiti di composizione indicati nella seguente Tabella 10.34.

10.1.2.2.2 Requisiti fisico-meccanici

Per gli elementi dell'aggregato grosso devono essere soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 10.35.

TABELLA 10.34 - REQUISITI DI COMPOSIZIONE DEGLI AGGREGATI RICICLATI PER LA FORMAZIONE DI MISTI CEMENTATI

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa

Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente (*)	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc. (**)	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,2% in massa
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa
(*) Decreto Legislativo n.152 / 2006 e successivi aggiornamenti e integrazioni.		
(**) La massa dei materiali deperibili, gravata di un fattore amplificativi 5, deve essere assegnata alla categoria delle rocce degradabili per il rispetto dei requisiti riportati nelle seguenti Tabella 10.35 e Tabella 10.36.		

TABELLA 10.35 - REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO DEI MISTI GRANULARI RICICLATI PER LA FORMAZIONE DI MISTI CEMENTATI

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30	30	30	30
Sensibilità al gelo (*)	C.N.R. n. 80	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
(*) In zone considerate soggette al gelo						

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi che possiedano le caratteristiche riportate nella seguente Tabella 10.36.

TABELLA 10.36 - REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE DEI MISTI GRANULARI RICICLATI PER LA FORMAZIONE DI MISTI CEMENTATI

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 35	≥ 35	≥ 30	≥ 30
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	≤ 6	≤ 6
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25

10.1.2.2.3 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere alle tipologie 7.1, 7.2, 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali

materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in cemento armato, tale valore deve essere $\leq 0,5$ %.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati di primo impiego o riciclati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

10.1.2.2.3.1) Cemento

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI EN 197-1: 2001:

- - tipo I (Portland);
- - tipo II (Portland composito);
- - tipo III (d'altoforno);
- - tipo IV (pozzolanico);
- - tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 315. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 315.

10.1.2.2.3.2) Acqua

L'acqua utilizzata nel confezionamento degli strati deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e da qualsiasi altra sostanza nociva.

10.1.2.2.3.3) Ceneri volanti

Per modificare le caratteristiche del calcestruzzo possono essere aggiunti materiali inorganici finemente macinati. È ammesso, inoltre, l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450:1995, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento indicato in prima istanza. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

10.1.3 Composizione delle miscele

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 10.37 quando si utilizzano aggregati lapidei di primo impiego e in Tabella 10.38 quando si utilizzano aggregati riciclati.

TABELLA 10.37 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI DI PRIMO IMPIEGO PER MISTI CEMENTATI

Serie stacci UNI (mm)	Traffico	
	PP e P	L e M
	Passante totale in peso	
31.5	100	100
22.4	80/100	-
20	72/90	65/100
12	53/70	45/70
8	40/55	35/60
4	28/40	23/45
2	8/18	6/14
0.125	6/14	2/7

0.075	5/10	-

TABELLA 10.38 - REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI RICICLATI PER MISTI CEMENTATI

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
31.5	100
20	70/100
14	55/78
10	45/65
4	28/42
2	18/30
0.5	8/18
0.125	5/13
0.063	2/10

Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti dosate in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base. Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29/72 sulla base del quale verranno anche identificati i valori di massa volumica del secco e di resistenza da utilizzare nelle prove di controllo. Le miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 10.39.

TABELLA 10.39 - REQUISITI MECCANICI DEI MISTI CEMENTATI

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 168 ore	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 168 ore (Prova Brasiliana) ⁴	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm^2 . Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 509a.

10.1.4 Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno. Dovranno far parte di tale documentazione anche le curve rappresentative delle variazioni del modulo elastico delle miscele, in funzione dei giorni di maturazione: da esse sarà possibile evincere il raggiungimento dei valori di modulo delle miscele previsto nel calcolo della pavimentazione. Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso. Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso. Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

10.1.5 Confezionamento delle miscele

Il misto cementato deve essere confezionato mediante impianti automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle

⁴ I provini per la prova di trazione indiretta sono gli stessi impiegati per la prova di compressione (CNR BU 29)

diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

10.1.6 Esecuzione dei lavori

10.1.6.1 Preparazione delle superfici di stesa

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza dello stesso ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Inoltre, prima della stesa è necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

10.1.6.2 Posa in opera delle miscele

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici vibranti. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti. Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. In generale, è preferibile che le operazioni di addensamento siano eseguite prima con rullo a ruote vibranti e dopo con rullo gommato; in alternativa si possono utilizzare rulli misti vibranti-gommati. L'idoneità dei mezzi di costipamento verrà determinata dalla Direzione Lavori sulla base dei risultati ottenuti su stese sperimentali in campo prove utilizzando le stesse miscele messe a punto con lo studio di laboratorio.

La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia. Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

10.1.6.3 Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 kg/m² (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia. Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono

consentite solo se previste nella determinazione della resistenze raggiunta dal misto. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause devono essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

10.1.7 Controlli

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

10.1.7.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non abbiano a verificarsi variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei Lavori. Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego o riciclati impiegati per la formazione del misto cementato, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni

prelevati in impianto prima della miscelazione. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nelle Tabella 10.40 e Tabella 10.41 per ogni tipo di controllo da effettuare, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

10.1.7.2 Controlli delle miscele prelevate in fase di posa in opera

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i controlli della distribuzione granulometrica dell'aggregato e la verifica delle caratteristiche di resistenza meccanica. La resistenza a compressione di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati e portati a rottura secondo quanto previsto dal CNR B.U. n.29/72. La resistenza a trazione indiretta di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori determinati su 4 provini, confezionati secondo quanto previsto dal B.U. CNR n.29/72 e portati a rottura secondo quanto previsto dal CNR B.U. n.97/84. I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori, ai sensi di quanto previsto al § 10.1.4

Il numero e la tipologia dei controlli da effettuare sul misto cementato prelevato al momento della posa in opera è riportato nella Tabella 10.42, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

TABELLA 10.40 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI DELLE FORNITURE DEI MISTI GRANULARI DI PRIMO IMPIEGO

Controllo	Frequenza	Requisiti
Aggregato grosso	Settimanale	Tabella 10.32
Aggregato fino	Settimanale	Tabella 10.33
Granulometria	Settimanale	Tabella 10.37

TABELLA 10.41 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI DELLE FORNITURE DEI MISTI GRANULARI RICICLATI

Controllo	Frequenza	Requisiti
Materiali componenti	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 10.34
Aggregato grosso	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 10.35
Aggregato fino	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 10.36
Granulometria	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 10.38

10.1.7.3 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHTO di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante. A compattazione ultimata, la massa volumica in sito non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della massa volumica sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22.

10.1.7.4 Portanza e detrazioni

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle previste nel Progetto delle sovrastrutture e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto indicato al § 53.1.4. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione.

TABELLA 10.42 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI DEI MISTI CEMENTATI PRELEVATI NELLA FASE DI POSA IN OPERA

Controllo	Frequenza	Requisiti
Granulometria miscela	Giornaliera oppure ogni 2500 m ² di stesa	Curva granulometrica di progetto
Resistenza a compressione a 168 ore (CNR B.U. n.29/72)	Giornaliera oppure ogni 2500 m ² di stesa	Tabella 10.39
Resistenza a trazione indiretta a 168 ore (Prova brasiliana) (CNR B.U. n.97/84) (*)	Giornaliera oppure ogni 2500 m ² di stesa	Tabella 10.39
(*) I provini per la prova di trazione indiretta sono dello stesso tipo di quelli confezionati per la prova di compressione (CNR B.U. 29)		

A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra secondo la Norma CNR B.U. n. 146/92) sia prove ad elevato rendimento eseguite con il Falling Weight Deflectometer (ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico dinamico E. Sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico con piastra, rilievo delle deflessioni con Falling Weight Deflectometer), sia prove effettuate sullo strato ricoperto (con Falling Weight Deflectometer).

In ogni caso i valori dei moduli di deformazione M_d valutati al primo ciclo di carico nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 N/mm² secondo la Norma CNR B.U. n.146/1992, rilevati in un tempo compreso tra 3 e 12 ore dal termine della compattazione, non potranno essere inferiori ai valori limite riportati nella Tabella 10.39, o ai limiti indicati in Progetto quando questi ultimi siano superiori.

I valori del modulo elastico dinamico M_{ed} ricavati con il Falling Weight Deflectometer da rilievi effettuati dopo 7 giorni o dopo 60 giorni dalla posa in opera non potranno essere inferiori ai valori limite riportati nella Tabella 10.43, o ai valori indicati nel Progetto quando questi ultimi siano superiori.

In alternativa alle misure di portanza, è ammesso il controllo basato sulla resistenza a compressione e sulla resistenza a trazione indiretta del materiale prelevato all'atto della stesa, secondo le modalità di cui al paragrafo 53.1.6.2. Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, tutti i valori di portanza dello strato di misto cementato dovranno essere non inferiori ai valori limite previsti.

10.1.7.5 Tolleranze sui risultati

A discrezione della Direzione Lavori possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per ciascun tipo di prova, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella suddetta Tabella 10.43.

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori non ecceda:

- il 3%, per la misura del grado di addensamento;
- il 5%, per le misure del modulo M_d ;

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico M_{ed} , ricavata da almeno 12 determinazioni, non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi, purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%.

TABELLA 10.43 - FREQUENZA DEI CONTROLLI E REQUISITI PRESTAZIONALI DEGLI STRATI FINITI

CONTROLLI	TRAFFICO				FREQUENZA
	PP	P	M	L	
Grado di addensamento $\gamma_d/\gamma_{dmax, laboratorio}$ [%]	≥ 98 % AASHO Mod.				Giornaliera oppure ogni 1000 m ² di stesa
Modulo di deformazione M_d	≥ 150	≥ 150	≥ 120	≥ 120	Giornaliera oppure ogni

[N/mm²] (da prova con piastra tra 3 e 12 ore dalla compattazione)	(o della prestazione prevista in progetto)								1000 m² di stesa
Modulo elastico dinamico M_{ed} [N/mm²] (*) (da rilievi con FWD dopo 7 o 60 giorni dalla compattazione)	7 gg. ≥ 2000	60 gg. ≥ 3000	7 gg. ≥ 1600	60 gg. ≥ 2500	7 gg. ≥ 1300	60 gg. ≥ 2000	7 gg. ≥ 1000	60 gg. ≥ 1500	Ogni 250 m² di stesa
	(o della prestazione prevista in progetto)								
Spessore a mezzo di carotaggi	spessore di progetto		spessore di progetto		spessore di progetto		spessore di progetto		Ogni 500 m² di stesa
Regolarità dei piani con regolo da 4 m (scostamento)	< 10 mm dai piani di progetto		< 10 mm dai piani di progetto		< 10 mm dai piani di progetto		< 10 mm dai piani di progetto		Ogni 250 m² di stesa
(*) Per rilievi effettuati tra 7 e 60 giorni dalla posa in opera è ammessa l'interpolazione dei valori limite indicati per i moduli elastici equivalenti "E".									

In funzione del livello di traffico (vedi Tabella 10.43), o comunque sulla base delle indicazioni riportate all'interno della relazione specialistica che costituisce parte integrante del progetto, dovranno essere rispettati i valori minimi prestazionali richiesti a 60gg (M_{ed progetto}). Se indichiamo con (M_{ed 60gg}) il valore del modulo dinamico ottenuto a seguito delle risultanze sperimentali a 60gg, in caso di mancato raggiungimento di (M_{ed progetto}) saranno applicate le detrazioni riportate in Tabella 10.44

TABELLA 10.44 - DETRAZIONI

se $1.2 \cdot M_{ed\ progetto} > M_{ed\ 60gg} \geq 0.95 \cdot M_{ed\ progetto}$	nessuna detrazione
se $M_{ed\ 60gg} > 1.2 \cdot M_{ed\ progetto}$	10% di detrazione
se $0.95 \cdot M_{ed\ progetto} > M_{ed\ 60gg} \geq 0.90 \cdot M_{ed\ progetto}$	10% di detrazione
se $0.90 \cdot M_{ed\ progetto} > M_{ed\ 60gg} \geq 0.80 \cdot M_{ed\ progetto}$	20% di detrazione
se $M_{ed\ 60gg} < 0.80 \cdot M_{ed\ progetto}$	rifacimento dello strato

10.1.7.6 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto nel Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 0,25% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Salvo documentata diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in Tabella 10.43.

ARTICOLO 11. MURATURA DI LASTRICO PER PAVIMENTAZIONI STRADALI

La muratura del lastrico per carreggiate e/o marciapiedi deve essere effettuata in maniera da realizzare una pavimentazione omogenea, priva di discontinuità e caratterizzata dalle ottimali pendenze per la fruizione da parte degli utenti nonché per il corretto deflusso delle acque meteoriche. A tal fine si deve provvedere alla definizione dei

piani di posa con apposita strumentazione (tachimetri, livelli, etc...), facendo opportuno riferimento ai piani delle aree adiacenti e agli accessi e soglie presenti.

Le operazioni di muratura possono avere inizio una volta verificata l'adeguatezza dello strato di fondazione, in riferimento a pendenze, grado di maturazione, quote, etc.

Prima di procedere alla posa del lastricato si deve provvedere alla definizione del disegno della pavimentazione oggetto di muratura, da concordarsi preventivamente con la Direzione Lavori nel rispetto delle specifiche previsioni progettuali nonché in accordo (dove eseguito) con il rilievo della pavimentazione preesistente effettuato in fase di smontaggio.

E' onere dell'Impresa provvedere all'accatastamento in cantiere, in prossimità delle aree in cui deve essere realizzata la pavimentazione, delle necessarie quantità di lastrico nelle forme e dimensioni opportune, in maniera da rendere le operazioni di muratura il più fluide possibili e prive di interruzioni. L'accatastamento deve essere effettuato in maniera tale da garantire il mantenimento delle condizioni di sicurezza all'interno

del cantiere e da evitare intralci alla fruizione delle sedi stradali (salvo quanto previsto dalle ordinanze di mobilità vigenti per l'esecuzione dei lavori).

Nel corso delle operazioni di muratura si deve provvedere alla verifica del materiale fornito (sia esso di nuova fornitura che di riutilizzo) al fine di scartare eventuali lastre danneggiate, con caratteristiche non idonee (ad esempio lastre provenienti da strati dell'affioramento geologico non idonei) o comunque non rispettanti le specifiche progettuali. In ogni caso è onere dell'Appaltatore provvedere alla rimozione e sostituzione di eventuali elementi del lastrico murato ritenuti non idonei dalla Direzione Lavori.

La movimentazione delle lastre deve essere effettuata con macchinari di sollevamento di tipo a ventosa, alimentati da impianto idraulico con depressore ad aria e dotati di piatto munito di guarnizione in gomma; tali macchinari possono essere applicati a miniescavatori o mezzi simili dotati di valvole di blocco, da scegliersi in funzione delle caratteristiche del contesto di intervento (mezzi di dimensioni adeguate). La movimentazione manuale degli elementi del lastrico è da prevedersi limitatamente a situazioni puntuali e comunque nel rispetto della tutela della salute e sicurezza dei lavoratori secondo le norme vigenti.

La muratura del lastrico deve essere effettuata, salvo diverse previsioni progettuali o indicazioni della Direzione Lavori, secondo la tecnica della "calzatura" e della "stuccatura fresco su fresco", prevedendo lo sviluppo delle seguenti operazioni:

1. Realizzazione, al di sopra della fondazione, di strato di allettamento in malta cementizia di spessore finito minimo 7 cm a consistenza di "terra umida" realizzato con malta di cemento R325 a q 3/mc e inerti fino alla pezzatura massima di mm 10;
2. bagnatura con acqua del lato delle lastre destinato al contatto con l'allettamento al fine di eliminare polvere e sporcizia e favorire quindi l'aggrappo;
3. stesa al di sotto della singola lastra di strato di boiaccia di cemento "morbida" (sabbia fine e 300 kg/m³ di cemento R325) tale da favorire l'aggrappo della lastra allo strato di allettamento;
4. posa delle lastre (da movimentarsi secondo le specifiche sopra descritte) tramite "battitura" e costipazione dell'allettamento eseguiti mediante attrezzature idonee (pali in ferro, battitori in legno, mazzuoli, etc...) opportunamente dotate sulle superfici di battitura di elementi che evitino la scalfittura delle lastre stesse; tale operazione deve essere effettuata in maniera da far risalire la malta di allettamento intorno alla lastra (effetto "calzatura) avvolgendola fino a circa metà dell'altezza della lastra stessa;
5. posa delle lastre in modo da ottenere giunti tra pezzo e pezzo di larghezza non inferiore a mm 10, e comunque nel rispetto delle previsioni progettuali nonché delle indicazioni della Direzione Lavori;
6. pulizia dei giunti al fine di rimuovere completamente eventuali residui delle attività di cantiere o di sporcizia;
7. esecuzione nel corso della stessa giornata di posa delle lastre (tecnica "fresco su fresco") di stuccatura realizzando il perfetto riempimento dei giunti con malta cementizia grassa (sabbia fine di lago o di fiume e 400 kg/m³ di cemento R325) mediante colatura con tazza, evitando le sbavature sui pezzi e qualsiasi residuo di malta sulla pietra; la scelta degli inerti per la preparazione della boiaccia per il riempimento dei giunti deve essere effettuata, nel rispetto delle previsioni progettuali nonché delle indicazioni della Direzione Lavori, in maniera da rispettare le caratteristiche cromatiche della pavimentazione; al termine delle operazioni di stuccatura, la superficie lastricata dovrà essere ripulita da ogni residuo di malta prima dell'avvenuto indurimento mediante l'impiego di apposita macchina spugnatrice o tramite leggero e continuo getto d'acqua.

11.1 LAVORAZIONI SUPERFICIALI DEL LASTRICO

I materiali lapidei destinati all'utilizzo per realizzazione di lastrici stradali (carreggiate e/o marciapiedi) devono essere lavorati sulle facce superiori secondo le previsioni progettuali e le indicazioni della Direzione Lavori rispettando le prescrizioni qui nel seguito riportate.

Tutte le lavorazioni di cui al presente articolo devono essere eseguite a mano, in opera o in laboratorio, con l'ausilio di mezzi manuali e/o meccanici, escludendo pertanto il ricorso a macchinari automatizzati (salvo i casi in cui tali lavorazioni siano espressamente previste in progetto).

In generale le lavorazioni superficiali del lastrico devono essere eseguite in maniera da eliminare dalla faccia superiore il "piano sega" e da creare una superficie antiscivolo e resistente agli agenti atmosferici.

In ogni caso prima dell'esecuzione delle lavorazioni dovrà essere proposto idoneo campione alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

11.1.1 Punzecchiatura

La punzecchiatura delle lastre deve essere eseguita, in laboratorio o in opera, a mano con scalpello a punta fine al widia, utilizzato manualmente con apposita mazzetta o con l'ausilio di martellini ad aria utilizzati manualmente con mandrino per l'alloggio di punta diamantata al widia; la punzecchiatura deve essere eseguita per file parallele poste ad una distanza da una spuntata all'altra di circa 1,5 cm, disposte con inclinazione di 45° rispetto al lato lungo della lastra. Nel caso di posa della pavimentazione a spina, è onere dell'Appaltatore provvedere all'esecuzione di punzecchiatura destra e sinistra sulle singole lastre in funzione della loro posizione.

11.1.2 Nastrino

La lavorazione del nastrino su perimetro della lastra deve essere realizzata a mano, in laboratorio o in opera, con scalpello a punta piatta al widia, utilizzato manualmente con apposita mazzetta o con l'ausilio di martellini ad aria utilizzati manualmente con mandrino per l'alloggio di punta diamantata al widia; la realizzazione del nastrino deve essere finalizzata alla creazione di un piano omogeneo sul profilo perimetrale della lastra al fine di eliminare punte, spigoli vivi o discontinuità in fase di posizionamento di una lastra accanto all'altra. Lo spessore del nastrino deve rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso inferiore a 2 cm; la profondità del nastrino (misurata dal piano di calpestio della lastra) deve rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso inferiore a 0,5 cm.

11.1.3 Rigatura

La lavorazione di rigatura, sia essa a spina o unidirezionale, deve essere realizzata a mano, in laboratorio o in opera, con subbia al widia, utilizzata manualmente con apposita mazzetta o con l'ausilio di martellini ad aria utilizzati manualmente con mandrino per l'alloggio di punta diamantata al widia; la realizzazione della rigatura deve essere finalizzata alla creazione di un piano omogeneo. La profondità della rigatura (misurata dal piano di calpestio della lastra) deve rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso inferiore a 0,5 cm. La distanza tra le righe dovrà rispettare le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori, ed essere in ogni caso superiore a 1 cm e inferiore a 3 cm. Nel caso di rigatura a spina, le righe dovranno essere inclinate a 45° rispetto al lato lungo della lastra e centrate sulla mezzzeria del lato corto della lastra.

11.1.4 Schiantinatura

La lavorazione di schiantinatura sul perimetro della lastra deve essere realizzata a mano con apposita mazzetta e con schiantino al widia di larghezza 4/6 cm; la realizzazione della schiantinatura deve essere finalizzata alla eliminazione lungo il perimetro della faccia superiore dei piani sega.

11.1.5 Fiammatura

La lavorazione di fiammatura deve essere realizzata con cannello munito di fiamma ossidrica alimentata da una miscela di Ossigeno e Propano, con fiamma ad alta temperatura; la lavorazione deve provocare shock termico tale da bruciare il primo strato (piano sega), provocandone il distacco e determinando una superficie ruvida antiscivolo e resistente agli agenti atmosferici.

ARTICOLO 12. STRATI DELLA PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

12.1 MISCELE PER STRATI DI BASE

12.1.1 Strati di base realizzati con conglomerati bituminosi tradizionali a caldo

12.1.1.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Essi si distinguono in conglomerati bituminosi “tradizionali”, se confezionati con bitume semisolido (tal quale) e conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, se confezionati con bitume modificato. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di base aventi spessore maggiore o uguale a 9 cm.

12.1.1.2 Qualificazione dei materiali

12.1.1.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall’insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all’eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106 recante l’adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento UE n. 305/2011 sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.1.1.2.2 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell’aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.45.

TABELLA 12.45 REQUISITI DELL’AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 70	$C_{50/30}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1

12.1.1.2.3 Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell’aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l’impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nelle Tabella 12.46.

TABELLA 12.46 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	-
Blu di Metilene della frazione 0/0,125 mm	UNI EN 933-9	g/kg	≤ 10	MB _F 10

12.1.1.2.4 Filler

Il filler è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.47.

TABELLA 12.47 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V _{28/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ _{R&B} 8/16

12.1.1.2.5 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di “integrazione”, riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella Tabella 12.48. Per il confezionamento di strati di base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza (usura, binder, base).

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

TABELLA 12.48 COMPOSIZIONI INDICATIVE DEI FORMULATI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI PER STRATI DI BASE

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferito al bitume)
≥ 70	< 30	< 10

12.1.1.2.6 Legante

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo tradizionali.

Il bitume deve essere del tipo 50/70 con le caratteristiche indicate nella Tabella 12.49.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106 recante l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento UE n. 305/2011 sulla marcatura CE dei prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.49 REQUISITI DEL BITUME SEMISOLIDO TAL QUALE PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI PER STRATI DI BASE

Parametro		Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70 UNI EN 12591
<i>Requisiti essenziali</i>				
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dm	50 - 70
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	46 - 54
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
	Incremento del punto di rammollimento - <i>Severità 1</i>	UNI EN 1427	°C	≤ 9
	Incremento del punto di rammollimento - <i>Severità 2</i> ^(*)	UNI EN 1427	°C	≤ 11
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 230
Solubilità		UNI EN 12592	%	≥ 99,0
<i>Altre proprietà</i>				
Indice di penetrazione ^(*)		UNI EN 12591	-	da -1,5 a +0,7
Viscosità dinamica a 60°C		UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145
Punto di rottura (Fraass) ^(*)		UNI EN 12593	°C	≤ -8
Viscosità cinematica a 135°C		UNI EN 12595	mm²/s	≥ 295
^(*) Se si seleziona la <i>Severità 2</i> , essa deve essere associata ai requisiti relativi al punto di rottura Fraass o all'indice di penetrazione o ad entrambi				

12.1.1.2.7 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

12.1.1.2.7.1) Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle Tabella 12.45 e Tabella 12.53. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

12.1.1.2.7.2) Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono prodotti studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali. Essi sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 12.50. Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto e può essere determinato utilizzando la procedura riportata nella nota ⁵.

5

La quantità di ACF da impiegare dipende dalla percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere che si determina mediante la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

P_n = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

P_t = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

P_v = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

P_r = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di P_t viene determinato con l'espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

TABELLA 12.50 REQUISITI DEGLI ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

12.1.1.3 Miscela

12.1.1.3.1 Composizione della miscela

La composizione indicativa della miscela di tipo tradizionale per strati base è riportata nella Tabella 12.48. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per gli strati di base, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.51. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare attivato con ACF), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 12.51.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per la miscela di conglomerato bituminoso tradizionale per strati di base sono riportate nelle Tabella 12.52 e Tabella 12.53.

TABELLA 12.51 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	31,5	100
Staccio	20	70 – 95
Staccio	12,5	45 – 70
Staccio	8	35 – 58
Staccio	4	27 – 45
Staccio	2	20 – 35
Staccio	0,5	7 – 21
Staccio	0,25	4 – 15
Staccio	0,125	4 – 10
Staccio	0,063	4 – 8
% di bitume		3,5 – 4,5

dove:

Pt = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto allo staccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante allo staccio UNI 2 mm e trattenuto allo staccio 0,063 mm;

c = % di aggregato passante allo staccio 0,063 mm;

d = 0,15 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante allo staccio 0,063 mm $\leq$ 6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire, in un diagramma viscosità (a 60 °C) - percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo), una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela composta dal bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) e dal bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto. La percentuale di rigenerante necessaria si ottiene da questo diagramma mediante interpolazione lineare alla viscosità di 200 Pa*s.

TABELLA 12.52 REQUISITI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE PER STRATI DI BASE STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		

TABELLA 12.53 REQUISITI MECCANICI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE PER STRATI DI BASE STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	1,0 – 1,6
Coefficiente di trazione indiretta CTI ⁶ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	50 – 300
Sensibilità all'acqua ITS _R a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 75
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Sui provini confezionati al 100% della D_G deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidezza (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidezza a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà rientrare nei limiti riportati in Tabella 12.54.

TABELLA 12.54 REQUISITI DI RIGIDEZZA DELLE MISCELE DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE PER STRATI DI BASE

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidezza a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	12000 – 20000

12.1.1.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul

$$6 \quad \text{Coefficiente di trazione indiretta: } CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.1.1.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 5 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.1.1.4 Esecuzione dei lavori

12.1.1.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 160° C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

12.1.1.4.2 Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.55, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.55 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.56 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.55 e Tabella 12.56 per ciascun tipo di emulsione.

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.55 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.56 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	<i>dmm</i>	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	<i>J/cm²</i>	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.1.1.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.1.1.5 CONTROLLI

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.1.1.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.57.

TABELLA 12.57 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.49
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.45
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.46
Filler	Impianto	Tabella 12.47

12.1.1.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.58. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- il modulo di rigidezza E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al Tabella 12.58.

TABELLA 12.58 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidezza E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto Tabella 12.54

12.1.1.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.59.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.59 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.1.1.5.4 Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al 12.1.1.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.1.1.5.5 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.1.2 Strati di base realizzati con conglomerati bituminosi a tiepido

12.1.2.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi confezionati a tiepido (temperature di miscelazione inferiori a 130 °C) garantiscono un basso impatto ambientale riducendo l'inquinamento da emissioni di fumi e polveri sia in fase di produzione sia durante la stesa in opera, cautelando gli operatori e garantendo loro una miglior qualità di lavoro; il contenimento della temperatura durante il confezionamento all'impianto e alla stesa si traduce poi in un considerevole risparmio energetico. Tali eco-obiettivi o eco-prestazioni dovranno essere affiancati ad elevate prestazioni fisico-meccaniche del prodotto finito tali da garantire una pavimentazione

più sicura e più durevole. Oltre a questi obiettivi con l'impiego dei conglomerati tiepidi è possibile realizzare pavimentazioni bituminose anche in situazioni meteorologiche sfavorevoli (autunno o inverno) data l'elevata lavorabilità dei materiali a basse temperature e il lento decadimento della temperatura nel tempo.

Il conglomerato tiepido è costituito da una miscela di inerti lapidei di primo impiego (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) ed eventualmente materiale riciclato (materiale proveniente da fresatura stradale adeguatamente selezionato) miscelata a basse temperature con due leganti bituminosi: TIPO A (molle) e TIPO B (duro). Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di base aventi spessore maggiore o uguale a 9 cm.

12.1.2.2 Qualificazione dei materiali

12.1.2.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all'eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati tiepidi.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.1.2.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.60.

TABELLA 12.60 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 70	$C_{50/30}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1

12.1.2.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.61.

TABELLA 12.61 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	-
Blu di Metilene della frazione 0/0,125 mm	UNI EN 933-9	g/kg	≤ 10	MB_{f10}

12.1.2.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica,

polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati tiepidi deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.62.

TABELLA 12.62 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V _{28/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ _{R&B} 8/16

12.1.2.2.2 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di “integrazione”, riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella Tabella 12.63. Per il confezionamento di strati di base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza (usura, binder, base).

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l’Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

TABELLA 12.63 COMPOSIZIONI INDICATIVE DEI FORMULATI PER CONGLOMERATI TIEPIDI PER STRATI DI BASE

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)
≥ 70	< 30

12.1.2.2.3 Legante

Il legante utilizzato per il confezionamento di conglomerati tiepidi per strati base è costituito da due tipi di leganti bituminosi: tipo A “molle” e tipo B “duro”. Entrambi dovranno essere di tipo stradale (secondo la norma UNI EN 12591:2002) e tali da garantire il rispetto delle prestazioni del conglomerato bituminoso riportate di seguito.

La loro accettazione sarà comunque vincolata al rispetto delle caratteristiche riportate in Tabella 12.64.

TABELLA 12.64 REQUISITI DEL BITUME PER CONGLOMERATI TIEPIDI PER STRATI DI BASE

Tipo di Legante	Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Bitume tipo A “molle”	Viscosità cinematica a 60°C	UNI EN 12595	mm ² /s	8000 - 16000
	Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	35 – 50
	Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	50 – 58

La scelta della percentuale da utilizzare del legante tipo A “molle” e tipo B “duro” sarà decisa in fase di progetto della miscela; i dosaggi saranno stabiliti su base sperimentale in funzione delle caratteristiche e prestazioni finali previste per la miscela.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità

all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

12.1.2.3 Miscela

12.1.2.3.1 Composizione della miscela

La composizione indicativa della miscela per la realizzazione di conglomerati tiepidi per strati di base è riportata nella Tabella 12.63. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per gli strati di base, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.65. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella Tabella 12.65.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego e la percentuale del componente tipo A “molle” e tipo B “duro” devono essere determinate mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31 ed in funzione delle caratteristiche e prestazioni finali previste per la miscela. Le caratteristiche richieste per gli strati di base in conglomerato tiepido sono riportate nella Tabella 12.66, Tabella 12.67.

TABELLA 12.65 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLE MISCELE DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	31,5	100
Staccio	20	70 – 95
Staccio	12,5	45 – 70
Staccio	8	35 – 58
Staccio	4	27 – 45
Staccio	2	20 – 35
Staccio	0,5	7 – 21
Staccio	0,25	4 – 15
Staccio	0,125	4 – 10
Staccio	0,063	4 – 8
% di bitume		4,0 – 5,0

TABELLA 12.66 REQUISITI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO TIEPIDO PER STRATI DI BASE STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 5

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Vuoti a 180 rotazioni ^(*)	%	≥ 2
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		

TABELLA 12.67 REQUISITI MECCANICI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO TIEPIDO PER STRATI DI BASE STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	0,8 – 1,4
Coefficiente di trazione indiretta CTI ⁷ a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	50 – 300
Sensibilità all'acqua ITR a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 75
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Sui provini confezionati al 100% della D_G deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidità a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà soddisfare i valori riportati in Tabella 12.68.

TABELLA 12.68 REQUISITI DI RIGIDEZZA DELLE MISCELE DI CONGLOMERATO TIEPIDO PER STRATI DI BASE

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidità a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	5000 – 10000

12.1.2.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul

⁷ Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.1.2.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 5 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.1.2.4 Esecuzione dei lavori

12.1.2.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Saranno accettati soltanto impianti discontinui in cui ogni componente sarà pesato. Gli impianti di produzione avranno piani di vagliatura (reti) attraverso cui gli aggregati saranno ben selezionati e poi pesati, idoneo mescolatore per l'impasto della miscela e numero sufficiente di predosatori.

Si dovranno utilizzare due cisterne per lo stoccaggio dei leganti (A e B); il tipo A sarà mantenuto alla temperatura di circa 120 °C mentre il tipo B a circa 160°C.

Gli aggregati, passando attraverso il cilindro essiccatore, saranno portati ad una temperatura di circa 130-140 °C. Una volta scaricati, insieme al filler, nel mescolatore saranno sottoposti ad un primo stadio di miscelazione con il componente A e successivamente con il componente B, dopo che quest'ultimo ha subito un processo di pseudo-schiumatura in un'apposita camera esterna al mescolatore.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. Tale tempo sarà compreso fra 30 e 50 sec e sarà in funzione dell'efficienza dell'impianto.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 120° e 130° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri (possibilmente ad infrarossi) fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Altri controlli saranno eseguiti sulla taratura delle bilance.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

L'impresa è tenuta a presentare a sue spese, prima dell'inizio dei lavori, una documentazione che evidenzi la riduzione delle emissioni al camino e del consumo energetico dell'essiccatore tra il sistema di produzione tradizionale a caldo dei conglomerati bituminosi e la nuova tecnologia a bassa temperatura. I valori dovranno rientrare nei limiti indicati in Tabella 12.69.

In qualsiasi momento della produzione l'Ente Committente potrà incaricare un Laboratorio qualificato e competente nei riguardi dei processi di produzione a basse temperature, da essa stessa scelto, per la verifica del rispetto dei valori riportati nella Tabella 12.69.

TABELLA 12.69 REQUISITI AMBIENTALI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

Parametro	Riduzione valori registrati tra produzione tradizionale e a bassa temperatura	Unità di misura
CO ₂	Riduzione emissione al camino minima: 30%	Kg/h
SO ₂	Riduzione emissione al camino minima: 25%	Kg/h
NO _x	Riduzione emissione al camino minima: 50%	Kg/h
Consumo energia	Riduzione combustibile tamburo essiccatore: 25%	m ³ /h

12.1.2.4.2 Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.70, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.70 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.71 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.70 e Tabella 12.71 per ciascun tipo di emulsione.

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.70 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808		
			Cationica 55%	Cationica 60%	Cationica 65%
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45 Classe 3		
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s		10 - 45 Classe 6	10 - 45 Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130 Classe 4	70 - 130 Classe 4	70 - 130 Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074					
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220 Classe 5	≤ 220 Classe 5	≤ 220 Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35 Classe 6	≥ 35 Classe 6	≥ 35 Classe 6

TABELLA 12.71 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.1.2.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati tiepidi saranno posti in opera a mezzo di macchine vibrofinitrici, dei tipi approvati dalla D.L., in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali. Il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare compresa tra 95 – 105 °C.

Qualora la temperatura risultasse superiore il materiale dovrà permanere in cantiere sui mezzi di trasporto fino alla temperatura prevista ovvero compresa tra 95 – 105 °C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e comunque a temperatura compresa tra 95 – 105 °C e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rulli gommati di idoneo peso, rulli metallici o tandem.

Dovrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore; la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.1.2.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati tiepidi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.1.2.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.72.

TABELLA 12.72 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitumi componenti	Cisterna	Tabella 12.64
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.60
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.61
Filler	Impianto	Tabella 12.62

12.1.2.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.73. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

- il modulo di rigidezza E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.1.2.3.

TABELLA 12.73 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidezza E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto Tabella 12.68

12.1.2.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.74.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.74 CONTROLLI PRESTAZIONALI SUGLI STRATI FINITI

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	$\leq$ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.1.2.5.3.1) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al 0 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.1.2.5.3.2) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20%

dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.1.3 Strati di base ottenuti dal riciclaggio a freddo con emulsione e cemento di conglomerati fresati

12.1.3.1 Generalità e definizioni

Il conglomerato bituminoso ottenuto per impasto del fresato stradale a temperatura ambiente con emulsione bituminosa e cemento viene realizzato mediante idonee attrezzature che consentano di impastare, stendere e compattare la miscela costituita dal conglomerato bituminoso preesistente, riselezionato granulometricamente, per correggere l'aumento di parti fini generate dalla fresatura stradale, eventuali inerti di integrazione, emulsione bituminosa modificata, acqua, cemento ed eventuali additivi. L'utilizzo dell'emulsione di bitume modificato per il confezionamento di queste miscele permette di ottenere conglomerati bituminosi con una duttilità tale da avere un comportamento a fatica assimilabile a quello di un conglomerato bituminoso tradizionale a caldo. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di base aventi spessore maggiore o uguale a 10 cm.

12.1.3.2 Qualifica dei materiali

12.1.3.2.1 Materiale da riciclare

Per materiale da riciclare si deve intendere quello proveniente dalla demolizione, anche parziale, della pavimentazione preesistente, eseguita con idonee macchine fresatrici. Per la realizzazione dello strato di base può essere utilizzato conglomerato bituminoso fresato di qualsiasi provenienza; sarà da preferirsi il fresato proveniente dalla demolizione dell'intero strato, privato dei primi centimetri componenti lo strato di usura.

Saranno utilizzabili anche materiali fresati dagli strati superiori della preesistente fondazione; in tal caso occorrerà verificare l'assenza di frazioni plastiche (limi, argille) che andranno allontanate qualora presenti.

Prima del suo reimpiego, il materiale da riciclare deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni maggiori del diametro massimo previsto per la miscela, tali elementi potranno essere reimpiegati previa frantumazione all'interno di idoneo mulino; la miscela composta dal conglomerato da riciclare e dagli aggregati di primo impiego dovrà verificare la rispondenza alle prescrizioni granulometriche ante e post estrazione di bitume (UNI EN 933-1:1999, UNI EN 12697-2:2008) indicate nei fusi riportati in Tabella 12.75. Le percentuali di materiale da riciclare, sia provenienti da strati di conglomerato bituminoso sia dalla fondazione, devono essere obbligatoriamente dichiarate nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare prima dell'inizio dei lavori.

TABELLA 12.75 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso (%)	
		Ante - estrazione	Post - estrazione
Staccio	40	100	–
Staccio	31,5	85 – 100	100
Staccio	20	65 – 95	95 – 100
Staccio	12,5	50 – 80	80 – 95
Staccio	6,3	30 – 60	50 – 80
Staccio	4	25 – 50	35 – 65
Staccio	2	15 – 35	20 – 45
Staccio	1	10 – 25	15 – 30
Staccio	0,5	5 – 15	10 – 25
Staccio	0,063	1 – 5	3 – 9

12.1.3.2.2 Inerti d'integrazione

Qualora la curva granulometrica del materiale da riciclare non consenta la realizzazione della curva di progetto si dovrà operare mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nei fusi di Tabella 12.75.

Gli inerti d'integrazione risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini e devono essere conformi a quanto riportato nelle Tabella 12.76 e Tabella 12.77. La quantità complessiva di inerti non ricoperti da bitume (fondazione e inerti d'integrazione) dovrebbe, preferibilmente essere la minima possibile compatibilmente con il rispetto dei requisiti granulometrici e comunque non deve superare il 30% in peso della miscela.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.1.3.2.2.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o

natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.76.

TABELLA 12.76 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1

12.1.3.2.2.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.77.

TABELLA 12.77 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	-
Blu di Metilene della frazione 0/0,125 mm	UNI EN 933-9	g/kg	≤ 10	MB_{f10}

12.1.3.2.3 Bitume

Il bitume finale deve essere costituito da quello presente nel materiale fresato integrato con quello proveniente dall'emulsione bituminosa cationica sovrastabilizzata formulata con bitume modificato con polimeri SBR.

L'emulsione deve rispondere alle caratteristiche indicate nella Tabella 12.78.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.78 CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 58	Classe 5
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	35 - 80	Classe 4
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	≥ 220	Classe 7
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 75	Classe 2
Cement mix	UNI EN 12848	g	≤ 2	Classe 2
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Force Ductility Test a 5°C	UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	≥ 2	Classe 3
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 50	Classe 4

12.1.3.2.4 Cemento

E' da considerarsi un additivo catalizzatore di processo, importante per regolare i tempi di rottura dell'emulsione che divengono più o meno critici in relazione al tipo di applicazione.

Nel riciclaggio a freddo deve essere impiegato cemento con classe di resistenza 32,5 N, appartenente ad uno dei seguenti tipi, elencati nella norma UNI EN 197-1/2001 :

- CEM I (cemento Portland);
- CEM III (cemento d'altoforno);
- CEM IV (cemento pozzolanico).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 315. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 315.

12.1.3.2.5 Acqua

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche

12.1.3.3 Miscela

12.1.3.3.1 Studio della miscela di progetto

La formulazione della miscela (granulometria del materiale da riciclare e degli inerti d'integrazione, percentuale di emulsione bituminosa, di cemento e di acqua) deve essere ottenuta mediante uno specifico studio che preveda:

prelievo, mediante fresatrice, sulla tratta interessata dai lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio degli stessi, di materiale sciolto fresato per la determinazione della curva granulometrica (UNI EN 933-1) ante e post-estrazione del bitume, della percentuale di bitume (UNI EN 12697-1). Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 5000 m² di fascia stesa ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

Definizione della curva granulometrica di progetto con previsione di eventuale aggiunta di inerti d'integrazione. La curva granulometrica della miscela finale deve essere compresa nei fusi riportati in Tabella 12.75 e avere andamento continuo. Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

Determinazione della massima densità della miscela di progetto mediante la preparazione di campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 4500g (comprensivo di una percentuale di cemento pari a circa al 2%) con quantità crescenti di acqua dell'1,0% in peso; con il materiale di ogni campione si confezionano provini utilizzando la pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31 con le condizioni di prova riportate in Tabella 12.79 e si determina la massa volumica secca geometrica ottenuta per ogni provino; la costruzione della curva della massa volumica secca in funzione dell'umidità consente di individuare la percentuale di acqua corrispondente alla massa volumica massima.

Determinazione della percentuale ottimale di emulsione e di cemento: utilizzando la pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31, con le condizioni di prova riportate in Tabella 12.79, si confezionano provini di miscela essiccata (granulometria di progetto) con quantità crescenti di emulsione bituminosa, cemento e acqua come specificato nella Tabella 12.80, facendo in modo che la percentuale di umidità dell'impasto w , determinata considerando la quantità di acqua e emulsione, non sia mai superiore a quella corrispondente alla massa volumica massima dell'impasto.

TABELLA 12.79 CONDIZIONI DI PROVA PER LA PREPARAZIONE DEI PROVINI

Velocità di rotazione	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale	600 kPa
Dimensioni provino	150 mm
N° giri	180
Peso campione	4500 g comprensivo di cemento e acqua

TABELLA 12.80 SERIE DI PROVINI DA CONFEZIONARE

Cemento %	1,5			2,0			2,5		
Bitume % proveniente dall'emulsione	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5
Umidità % complessiva	w-2%	w-1%	w	w-2%	w-1%	w	w-2%	w-1%	w
Provini n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Prima di iniziare la maturazione, i provini devono essere messi a sgocciolare fin quando il contenuto d'acqua si è ridotto al 50% di quello iniziale. Ciascuna serie di provini così confezionata deve subire una maturazione a 40 °C per 72h e successivamente essere utilizzata per le seguenti prove:

n.ro 2 provini per la determinazione della massa volumica secca geometrica di riferimento a 180 giri (indicata nel seguito con D_G);

n.ro 4 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C.

La miscela ottimale deve rispondere ai requisiti riportati in Tabella 12.81.

TABELLA 12.81 REQUISITI DELLA MISCELA OTTIMALE

Requisiti meccanici	Normativa	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C a 72 h di maturazione	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 0,3
Coefficiente di trazione indiretta CTI ⁸ a 25 °C a 72 h di maturazione	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 60
^(*) velocità di avanzamento della pressa pari a 0,423 mm/s			

Con la miscela ottimale, ottenuta in base ai risultati delle prove eseguite sui provini maturati per 72 ore a 40 °C, si devono confezionare altri 6 provini (maturati nelle medesime condizioni sopra descritte) per le seguenti ulteriori determinazioni:

n.ro 3 provini per la perdita di resistenza per imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio. La resistenza a trazione indiretta deve risultare almeno il 75% di quella ottimale;

n.ro 3 provini per la determinazione del modulo di rigidezza (valore assoluto) a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve risultare maggiore di 3000 MPa.

Per l'individuazione dei tempi di apertura al traffico, sulla miscela ottimale devono essere confezionati con le stesse modalità di cui sopra 3 serie di 3 provini da sottoporre a maturazione per 24h, 72h e 168h a 20 °C e rotti con sistema diametrale a 25 °C (dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C). I requisiti richiesti sono riportati in Tabella 12.82.

TABELLA 12.82 REQUISITI DELLA MISCELA OTTIMALE PER L'INDIVIDUAZIONE DEI TEMPI DI APERTURA AL TRAFFICO

Requisiti meccanici	Normativa	Unità di misura	Valori		
			24 h maturazione	72 h maturazione	168 h maturazione
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 0,20	≥ 0,25	≥ 0,30
Coefficiente di trazione indiretta CTI a 25 °C	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 20	≥ 25	≥ 30
^(*) velocità di avanzamento della pressa pari a 0,423 mm/s					

12.1.3.3.2 Accettazione della miscela

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. la composizione della miscela che intende adottare. La composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di ± 10 per i materiali riciclati e di ± 5 per gli aggregati d'integrazione. Per la percentuale di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di ± 0,25%. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dalle carote prelevate in sito.

$$^8 \quad \text{Coefficiente di trazione indiretta: } CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

12.1.3.4 Esecuzione dei lavori

Il riciclaggio a freddo deve essere realizzato mediante un “treno” di riciclaggio costituito da: macchina fresatrice, impianto di vagliatura e miscelazione semovente, vibrofinitrice e rulli.

In alternativa all’impianto di riciclaggio semovente, per il confezionamento della miscela potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere.

L’impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell’accettazione.

La posa in opera dei conglomerati riciclati a freddo viene effettuata con macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione il grado di addensamento G^9 della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98%.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La rullatura si riterrà terminata quando l’acqua contenuta nello strato sarà risalita in superficie.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso con temperatura dell’aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Lo spessore finito dello strato non dovrà essere superiore a 15 cm. Spessori più alti saranno accettati purché sia presente una certa drenabilità dei supporti (per lo smaltimento delle acque in eccesso) e siano usate macchine con mescolatori abbastanza capienti per consentire il raggiungimento di buone miscele anche alle profondità più elevate di 15 cm.

L’apertura alle successive lavorazioni e/o al traffico va valutata di volta in volta.

12.1.3.5 Controlli

Il controllo della qualità delle miscele riciclate a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio e in sito. Le prove di laboratorio interesseranno i materiali costituenti, la miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa e le carote estratte dalla pavimentazione.

12.1.3.5.1 Controllo delle forniture

L’ubicazione dei prelievi da eseguire anche sugli aggregati di integrazione, sul misto riciclato e sul bitume sono riportati nella Tabella 12.83 salvo diversa e documentata prescrizione da parte della Direzione Lavori. I requisiti da rispettare sono riportati nella stessa tabella.

TABELLA 12.83 CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI

⁹ Grado di addensamento:
$$G = \frac{D_s}{D_G} \cdot 100$$

dove:

G = grado di addensamento espresso in %

D_s = massa volumica secca della miscela in sito

D_G = massa volumica secca della miscela di progetto

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Aggregati di integrazione	Autocarro	Tabella 12.76 Tabella 12.77
Misto riciclato	Fresatrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Miscela riciclata	Miscelatrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Bitume	Autobotte	Tabella 12.78

12.1.3.5.2 Controllo della miscela prelevata in fase di posa in opera

Il prelievo della miscela riciclata avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni preparati entro due ore dal momento del prelievo del materiale dalla miscelatrice saranno effettuati, da un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i controlli della distribuzione granulometrica della miscela (riciclato e inerte di integrazione), della massa volumica geometrica a 180 giri nonché della resistenza meccanica (resistenza a trazione indiretta e modulo di rigidità), da confrontare con quelle della miscela di progetto. I valori rilevati in sede di controllo, determinati come media dei valori di 4 provini, dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori, ai sensi di quanto previsto al 12.1.3.3.1.

12.1.3.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto rispetto al riferimento desunto dalle prove di laboratorio con la pressa giratoria e attraverso il controllo dei valori dei moduli e/o della capacità portante. Le misure della massa volumica sono effettuate su carote estratte dallo strato della pavimentazione dopo 15 giorni dalla stesa. A compattazione ultimata, il grado di addensamento G della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98% rispetto alla miscela di progetto dichiarata prima dell'inizio dei lavori.

12.1.3.5.3.1 Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle previste nel Progetto della sovrastruttura. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione.

A tale scopo, saranno eseguite prove di deflessione dinamica ad elevato rendimento con il Falling Weight Deflectometer (ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico M_{ed} in condizioni dinamiche. Sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato, sia prove effettuate sullo strato ricoperto.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico dinamico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L.. Il valore del modulo elastico dinamico dopo 90 giorni di maturazione dovrà essere riportato

alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20 °C utilizzando le curve maestre ottenute sulle miscele di laboratorio.

Per prove eseguite direttamente sullo strato riciclato, i valori della tensione trasmessa dalla piastra dovranno essere prossimi a 600 kPa, mentre per prove eseguite sullo strato ricoperto i valori della tensione trasmessa dalla piastra dovranno essere maggiori di 800 kPa e comunque tale da produrre deflessioni al di sotto della piastra maggiori di 250 μ m.

Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 10 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo elastico dinamico espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei

quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici dinamici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione “normale”. Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. Sarà possibile determinare con buona affidabilità i valori del modulo elastico in condizioni dinamiche solo nel caso di spessori in opera dello strato maggiori a 13 cm. I valori del modulo elastico dinamico M_{ed} a 20°C calcolati non dovranno essere inferiori ai valori limite riportati nella Tabella 12.84 in funzione dei diversi tempi di maturazione.

TABELLA 12.84 REQUISITI PRESTAZIONALI DELLO STRATO FINITO

TEMPO DI MATURAZIONE	MODULO ELASTICO (Mpa)
Da 12 a 24 ore	700
Da 24 a 48 ore	1000
Dopo 90 giorni	3500

12.1.3.5.3.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico M_{ed} dopo 90 giorni di maturazione, ricavato da almeno 12 determinazioni, non deve essere inferiore al valore limite. Può essere tollerato uno scostamento da tale valore minimo purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'2,5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 70% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori del grado di addensamento G inferiori a quelli previsti in 12.1.3.4 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di grado di addensamento G inferiore al 98% fino ad un valore minimo del 94%; valori del grado di addensamento G inferiori al 94% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.1.3.5.3.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente regolari, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 20 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto nel Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 10% del prezzo di elenco per ogni cm di materiale mancante oltre la tolleranza. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.1.4 Strati di base ottenuti da stabilizzazione con bitume schiumato e cemento di materiali provenienti dalla pavimentazione esistente

12.1.4.1 Generalità e definizioni

La stabilizzazione in sito dei materiali provenienti dagli strati della pavimentazione esistente viene realizzata mediante idonee attrezzature che consentano di miscelare il materiale bituminoso fresato e la fondazione esistente, sia legata sia stabilizzata granulometricamente, con aggiunta di bitume schiumato, cemento, acqua e, se necessario, inerti freschi, nonché di omogeneizzare, stendere e compattare la miscela così ottenuta. Questa lavorazione consente di stabilizzare il materiale preesistente con l'obiettivo di migliorarne le proprietà meccaniche e ripristinare l'integrità strutturale della pavimentazione. L'utilizzo del bitume schiumato per il confezionamento di queste miscele permette di ottenere conglomerati bituminosi con un comportamento a fatica intermedio tra quello di un misto cementato e quello di un

conglomerato bituminoso tradizionale a caldo. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di base aventi spessore maggiore o uguale a 15 cm.

12.1.4.2 QUALIFICA DEI MATERIALI

12.1.4.2.1 Materiale da STABILIZZARE

Per materiale da stabilizzare si deve intendere quello proveniente dalla demolizione, anche parziale, della pavimentazione preesistente, eseguita con idonee macchine fresatrici. Per la realizzazione dello strato di base può essere utilizzato conglomerato bituminoso fresato di qualsiasi provenienza; sarà da preferirsi il fresato proveniente dalla demolizione dell'intero strato, privato dei primi centimetri componenti lo strato di usura.

Saranno utilizzabili anche materiali fresati dagli strati superiori della preesistente fondazione; in tal caso occorrerà verificare l'assenza di frazioni plastiche (limi, argille) che andranno allontanate qualora presenti.

Prima del suo reimpiego, il materiale da stabilizzare deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni maggiori al diametro massimo previsto per la miscela, tali elementi potranno essere reimpiegati previa frantumazione all'interno di idoneo mulino; la miscela composta dal conglomerato da riciclare e dagli aggregati di primo impiego dovrà verificare la rispondenza alle prescrizioni granulometriche (UNI EN 933-1:1999) indicate nel fuso riportato in Tabella 12.85. Le percentuali di materiale da stabilizzare proveniente da strati di conglomerato bituminoso e dalla fondazione devono essere obbligatoriamente dichiarate nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare prima dell'inizio dei lavori.

TABELLA 12.85 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso (%)
Staccio	50	100
Staccio	31,5	81 – 100
Staccio	20	66 – 90
Staccio	12,5	54 – 80
Staccio	8	43 – 65
Staccio	4	32 – 48
Staccio	2	23 – 36
Staccio	0,5	12 – 20
Staccio	0,063	5 – 10

12.1.4.2.2 Inerti d'integrazione

Qualora la curva granulometrica del materiale da riciclare non consenta la realizzazione della curva di progetto si dovrà operare mediante l'aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso di Tabella 12.85.

Gli inerti d'integrazione risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini e devono essere conformi a quanto riportato nelle Tabella 12.86 e Tabella 12.87. La quantità complessiva di inerti non ricoperti da bitume (fondazione e inerti d'integrazione) dovrebbe, preferibilmente essere la minima possibile compatibilmente con il rispetto dei requisiti granulometrici e comunque non deve superare il 30% in peso della miscela.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.1.4.2.2.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.86.

TABELLA 12.86 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	50	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1

12.1.4.2.2) *Aggregato fine*

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.87.

TABELLA 12.87 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	-
Blu di Metilene della frazione 0/0,125 mm	UNI EN 933-9	g/kg	≤ 10	MB_{f10}

12.1.4.2.3 *Bitume Schiumato*

La "schiuma di bitume" è prodotta dalle reazioni fisiche di un bitume 80-100, denominato di "base modifica" e avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.88, mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume a circa 180 °C con acqua ad alta pressione.

Il bitume da impiegare deve avere caratteristiche e prestazioni tali da garantire al prodotto finito i parametri di seguito richiesti. Esso deve rispondere alle prescrizioni riportate in Tabella 12.89.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.88 CARATTERISTICHE DEL BITUME 70-100 “BASE MODIFICA”

Parametro		Normativa	Unità di misura	Tipo 70/100 UNI EN 12591
<i>Requisiti essenziali</i>				
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	<i>dmm</i>	70 - 100
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	43 – 51
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 46
	Incremento del punto di rammollimento - <i>Severità 1</i>	UNI EN 1427	°C	≤ 9
	Incremento del punto di rammollimento - <i>Severità 2^(*)</i>	UNI EN 1427	°C	≤ 11
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,8
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 230
Solubilità		UNI EN 12592	%	≥ 99,0
<i>Altre proprietà</i>				
Indice di penetrazione ^(*)		UNI EN 12591	-	da -1,5 a +0,7
Viscosità dinamica a 60°C		UNI EN 12596	<i>Pa·s</i>	≥ 90
Punto di rottura (Fraass) ^(*)		UNI EN 12593	°C	≤ -10
Viscosità cinematica a 135°C		UNI EN 12595	<i>mm²/s</i>	≥ 230
(*) Se si seleziona la <i>Severità 2</i> , essa deve essere associata ai requisiti relativi al punto di rottura Fraass o all'indice di penetrazione o ad entrambi				

TABELLA 12.89 REQUISITI DEL BITUME SCHIUMATO

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valore
Rapporto di espansione (*)	Wirtgen		≥ 10
Tempo di semitrasformazione(**)	Wirtgen	sec	≥ 13
(*) Le caratteristiche di espansione ottimali del bitume devono essere determinate in un campo di temperature variabile tra 170 e 190 °C (prima dell'espansione), e con percentuali di acqua compresa tra 1% e 4% in peso sul bitume.			
(**) Tempo necessario per dimezzare l'espansione del bitume			

12.1.4.2.4 Cemento

L'aggiunta di cemento favorisce la dispersione del bitume, in particolare quando il materiale da stabilizzare presenti una carenza di fini (passante allo 0,063 mm inferiore al 5%). Deve essere comunque evitata l'aggiunta di cemento in quantità superiore al 2,5% in massa per evitare un'eccessiva rigidità della miscela stabilizzata; inoltre, il cemento deve essere aggiunto contemporaneamente al bitume schiumato.

Nella stabilizzazione deve essere impiegato cemento con classe di resistenza 32,5 N, appartenente ad uno dei seguenti tipi, elencati nella norma UNI EN 197-1/2001 :

- CEM I (cemento Portland);
- CEM III (cemento d'altoforno);

- CEM IV (cemento pozzolanico).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 315. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M. 12/07/93 n. 315.

12.1.4.2.5 *Acqua*

Deve essere impiegata acqua pura ed esente da sostanze organiche.

12.1.4.3 MISCELA

12.1.4.3.1 *Studio della miscela di progetto*

La formulazione della miscela (granulometria del materiale da stabilizzare e degli inerti d'integrazione, percentuale di bitume schiumato, di cemento e di acqua) deve essere ottenuta mediante uno specifico studio che preveda:

prelievo, mediante fresatrice, sulla tratta interessata dai lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio degli stessi, di materiale sciolto fresato per la determinazione della curva granulometrica (UNI EN 933-1) senza estrazione del bitume. Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente le determinazioni sopra riportate devono essere eseguite sulla tratta interessata dai lavori almeno ogni 5000 m² di fascia da stabilizzare ed in caso di disomogeneità della miscela, intensificate.

Definizione della curva granulometrica di progetto con previsione di eventuale aggiunta di inerti d'integrazione. La curva granulometrica della miscela finale deve essere compresa nel fuso riportato in Tabella 12.85 e avere andamento continuo. Dopo la compattazione devono essere eseguiti controlli granulometrici per correggere eventuali variazioni.

Determinazione della massima densità della miscela di progetto mediante la preparazione di campioni di miscela essiccata (granulometria di progetto) del peso di 4500g (comprensivo di una percentuale di cemento pari a circa l'1%) con quantità crescenti di acqua dell'1,0% in peso; con il materiale di ogni campione si confezionano provini utilizzando la pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31 con le condizioni di prova riportate in Tabella 12.90 e si determina la massa volumica secca geometrica ottenuta per ogni provino; la costruzione della curva della massa volumica secca in funzione dell'umidità consente di individuare la percentuale di acqua corrispondente alla massa volumica massima.

Determinazione della percentuale ottimale di bitume schiumato e di cemento: utilizzando la pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31, con le condizioni di prova riportate in Tabella 12.90, si confezionano provini di miscela essiccata (granulometria di progetto) con quantità crescenti di bitume schiumato, cemento e acqua come specificato nella Tabella 12.91, facendo in modo che la percentuale di umidità dell'impasto w non sia mai superiore a quella corrispondente alla massa volumica massima.

TABELLA 12.90 CONDIZIONI DI PROVA PER LA PREPARAZIONE DEI PROVINI

Velocità di rotazione	30 rotazioni al minuto
Pressione verticale	600 kPa
Dimensioni provino	150 mm
N° giri	180
Peso campione	4500 g comprensivo di cemento e acqua

TABELLA 12.91 SERIE DI PROVINI DA CONFEZIONARE

Cemento %	1,5			2,0			2,5		
Bitume schiumato %	2	2	2	3	3	3	4	4	4
Umidità %	w-2%	w-1%	w	w-2%	w-1%	w	w-2%	w-1%	w
Provinci n°	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Prima di iniziare la maturazione, i provini devono essere messi a sgocciolare fin quando il contenuto d'acqua si è ridotto al 50% di quello iniziale. Ciascuna serie di provini così confezionata deve subire una maturazione a 40 °C per 72h e successivamente essere utilizzata per le seguenti prove:

n.ro 2 provini per la determinazione della massa volumica secca geometrica di riferimento a 180 giri (indicata nel seguito con D_6);

n.ro 4 provini per la determinazione della resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C.

La miscela ottimale deve rispondere ai requisiti riportati in Tabella 12.92.

TABELLA 12.92 REQUISITI DELLA MISCELA OTTIMALE

Requisiti meccanici	Normativa	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C a 72 h di maturazione	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 0,3
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹⁰ a 25 °C a 72 h di maturazione	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 60
^(*) velocità di avanzamento della pressa pari a 0,423 mm/s			

Con la miscela ottimale, ottenuta in base ai risultati delle prove eseguite sui provini maturati per 72 ore a 40 °C, si devono confezionare altri 6 provini (maturati nelle medesime condizioni sopra descritte) per le seguenti ulteriori determinazioni:

n.ro 3 provini per la perdita di resistenza per imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio. La resistenza a trazione indiretta deve risultare almeno il 75% di quella ottimale;

n.ro 3 provini per la determinazione del modulo di rigidezza (valore assoluto) a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve risultare maggiore di 2500 MPa.

Per l'individuazione dei tempi di apertura al traffico, sulla miscela ottimale devono essere confezionati con le stesse modalità di cui sopra 3 serie di 3 provini da sottoporre a maturazione per 24h, 72h e 168h a 20 °C e rotti con sistema diametrale a 25 °C (dopo termostatazione per 4 ore in forno a 25 °C). I requisiti richiesti sono riportati in Tabella 12.93.

TABELLA 12.93 REQUISITI DELLA MISCELA OTTIMALE PER L'INDIVIDUAZIONE DEI TEMPI DI APERTURA AL TRAFFICO

Requisiti meccanici	Normativa	Unità di misura	Valori		
			24 h maturazione	72 h maturazione	168 h maturazione
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 0,20	≥ 0,25	≥ 0,30
Coefficiente di trazione indiretta CTI a 25 °C	UNI EN 12697-23 ^(*)	N/mm ²	≥ 20	≥ 25	≥ 30
^(*) velocità di avanzamento della pressa pari a 0,423 mm/s					

12.1.4.3.2 Accettazione della miscela

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. la composizione della miscela che intende adottare. La composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

¹⁰ Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei tratti di ± 10 per i materiali riciclati e di ± 5 per gli aggregati d'integrazione. Per la percentuale di bitume schiumato (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25\%$. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dalle carote prelevate in sito.

12.1.4.4 Esecuzione dei lavori

La stabilizzazione in sito deve essere realizzata mediante idonee attrezzature mobili costituite da: macchina fresatrice, impianto di vagliatura e miscelazione semovente (miscelatore a volume variabile), grader, stabilizzatrice e rulli che consentano di miscelare, omogeneizzare e stendere le miscele ottenute.

In alternativa all'impianto di stabilizzazione in sito, per il confezionamento della miscela potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere.

La posa in opera della miscela deve essere effettuata possibilmente con una sola passata (con macchine a tutta larghezza) per evitare il giunto longitudinale e problemi di planarità della superficie, mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti alla segregazione degli elementi litoidi più grossi; nel caso di uso di stabilizzatrici più strette della larghezza da trattare, si dovrà operare in due o più passate, curando una certa sovrapposizione (per qualche decina di centimetri) delle strisciate contigue; nel caso di uso di fresato accumulato sul fianco del cavo e risteso nel medesimo, dopo asportazione del materiale preesistente, si dovrà operare una sua regolarizzazione con grader e successiva leggera compattazione, prima di operare con la miscelatrice. La miscela consente, se mantenuta umida, tempi di stoccaggio definibili di volta in volta in funzione del cemento presente anche di qualche ora; il materiale appena miscelato deve essere immediatamente compattato mediante un rullo gommato insieme ad un rullo metallico o combinato. In alternativa potranno essere impiegati rulli misti vibranti - gommati. L'idoneità dei mezzi e delle modalità di costipamento verrà determinata dalla D.L. sulla base dei risultati ottenuti durante la stesa delle miscele.

Al termine della compattazione il grado di addensamento G^{11} della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98%.

Durante la compattazione, nel caso di temperature elevate, è necessario umidificare il piano per migliorare l'addensamento.

Al termine del costipamento e della rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione acida al 55% in ragione di 1-2 kg/m². La lavorazione consente dopo compattazione un immediato traffico di cantiere ed in caso di emergenza, per breve tempo, anche il traffico normale.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La stabilizzazione deve essere sospesa con temperatura dell'aria inferiore ai 10°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

12.1.4.5 Controlli

Il controllo della qualità delle miscele riciclate a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio e in sito. Le prove di laboratorio interesseranno i materiali costituenti, la miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa e le carote estratte dalla pavimentazione.

¹¹ Grado di addensamento: $G = \frac{D_s}{D_G} \cdot 100$

dove:

G = grado di addensamento espresso in %

D_s = massa volumica secca della miscela in sito

D_G = massa volumica secca della miscela di progetto

12.1.4.5.1 Controllo delle forniture

L'ubicazione dei prelievi da eseguire sugli aggregati di integrazione, sul materiale da stabilizzare e sul bitume sono riportati nella Tabella 12.94 salvo diversa e documentata prescrizione da parte della Direzione Lavori. I requisiti da rispettare sono riportati nella stessa tabella.

TABELLA 12.94 CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Aggregati di integrazione	Autocarro	Tabella 12.86 Tabella 12.87
Materiale da stabilizzare	Fresatrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Miscela da stabilizzare	Stabilizzatrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Bitume	Autobotte	Tabella 12.88 Tabella 12.89

12.1.4.5.2 Controllo della miscela prelevata in fase di posa in opera

Il prelievo della miscela stabilizzata avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni prelevati dalla stabilizzatrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i controlli della distribuzione granulometrica della miscela (materiale da stabilizzare e inerte di integrazione), della massa volumica geometrica a 180 giri nonché della resistenza meccanica (resistenza a trazione indiretta e modulo di rigidità), da confrontare con quelle della miscela di progetto. I valori rilevati in sede di controllo, determinati come media dei valori di 4 provini, dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori, ai sensi di quanto previsto al 12.1.4.3.1.

12.1.4.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto rispetto al riferimento desunto dalle prove di laboratorio con la pressa giratoria e attraverso il controllo dei valori dei moduli e/o della capacità portante. Le misure della massa volumica sono effettuate su carote estratte dallo strato della pavimentazione dopo 30 giorni dalla stesa. A compattazione ultimata, il grado di addensamento G della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98% rispetto alla miscela di progetto dichiarata prima dell'inizio dei lavori.

12.1.4.5.3.1) Portanza

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle previste nel Progetto della sovrastruttura. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da

fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione.

A tale scopo, saranno eseguite prove di deflessione dinamica ad elevato rendimento con il Falling Weight Deflectometer (ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico M_{ed} in condizioni dinamiche. Sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato, sia prove effettuate sullo strato ricoperto.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico dinamico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L.. Il valore del modulo elastico dinamico dopo 90 giorni di maturazione dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20 °C utilizzando le curve maestre ottenute sulle miscele di laboratorio.

Per prove eseguite direttamente sullo strato stabilizzato, i valori della tensione trasmessa dalla piastra dovranno essere prossimi a 600 kPa, mentre per prove eseguite sullo strato ricoperto i valori della tensione trasmessa dalla piastra

dovranno essere maggiori di 800 kPa e comunque tale da produrre deflessioni al di sotto della piastra maggiori di 250 μ m.

Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 10 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo elastico dinamico espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici dinamici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. Sarà possibile determinare con buona affidabilità i valori del modulo elastico dinamico solo nel caso di spessori in opera dello strato maggiori a 15 cm. I valori del modulo elastico in condizioni dinamiche M_{ed} a 20°C calcolati non dovranno essere inferiori ai valori limite riportati nella Tabella 12.95 in funzione dei diversi tempi di maturazione.

TABELLA 12.95 REQUISITI PRESTAZIONALI DELLO STRATO FINITO

TEMPO DI MATURAZIONE	MODULO ELASTICO (Mpa)
Da 12 a 24 ore	300
Da 24 a 48 ore	500
Dopo 90 giorni	3000

12.1.4.5.3.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico M_{ed} dopo 90 giorni di maturazione, ricavato da almeno 12 determinazioni, non deve essere inferiore al valore limite. Può essere tollerato uno scostamento da tale valore minimo purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'2,5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 70% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori del grado di addensamento G inferiori a quelli previsti in 12.1.4.4 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di grado di addensamento G inferiore al 98% fino ad un valore minimo del 94%; valori del grado di

addensamento G inferiori al 94% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.1.4.5.3.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Le superfici finite devono risultare perfettamente regolari, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 20 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto nel Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 10% del prezzo di elenco per ogni cm di materiale mancante oltre la tolleranza. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.2 Miscele per strati di binder

12.2.1 Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi tradizionali a caldo

12.2.1.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Essi si distinguono in conglomerati bituminosi “tradizionali”, se confezionati con bitume semisolido (tal quale) e conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, se confezionati con bitume modificato. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di binder aventi spessore maggiore o uguale a 6 cm.

12.2.1.2 Qualificazione dei materiali

12.2.1.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall’insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all’eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.2.1.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell’aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.96.

TABELLA 12.96 REQUISITI DELL’AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 80	$C_{50/30}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30	F_{I30}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-

12.2.1.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.97.

TABELLA 12.97 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.2.1.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.98.

TABELLA 12.98 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

12.2.1.2.2 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione", riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella Tabella 12.99. Per il confezionamento di strati di binder può essere utilizzato conglomerato riciclato proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

TABELLA 12.99 COMPOSIZIONI INDICATIVE DEI FORMULATI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI PER STRATI DI BINDER

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferito al bitume)
≥ 75	< 25	≤ 5

12.2.1.2.3 Legante

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo tradizionali.

Il bitume deve essere del tipo 50/70 con le caratteristiche indicate nella Tabella 12.100.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.100 REQUISITI DEL BITUME SEMISOLIDO TAL QUALE PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI PER STRATI DI BINDER

Parametro		Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70 UNI EN 12591
<i>Requisiti essenziali</i>				
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	<i>dmm</i>	50 - 70
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	46 - 54
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
	Incremento del punto di rammollimento - <i>Severità 1</i>	UNI EN 1427	°C	≤ 9
	Incremento del punto di rammollimento - <i>Severità 2^(*)</i>	UNI EN 1427	°C	≤ 11
Variazione di massa		-	%	≤ 0,5
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 230
Solubilità		UNI EN 12592	%	≥ 99,0
<i>Altre proprietà</i>				
Indice di penetrazione ^(*)		UNI EN 12591	-	da -1,5 a +0,7
Viscosità dinamica a 60°C		UNI EN 12596	<i>Pa·s</i>	≥ 145
Punto di rottura (Fraass) ^(*)		UNI EN 12593	°C	≤ -8
Viscosità cinematica a 135°C		UNI EN 12595	<i>mm²/s</i>	≥ 295
(*) Se si seleziona la <i>Severità 2</i> , essa deve essere associata ai requisiti relativi al punto di rottura Fraass o all'indice di penetrazione o ad entrambi				

12.2.1.2.4 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

12.2.1.2.4.1) Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle Tabella 12.96 e Tabella 12.104. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15

giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

12.2.1.2.4.2) Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono prodotti studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali. Essi sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 12.101. Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto e può essere determinato utilizzando la procedura riportata nella nota ¹².

TABELLA 12.101 REQUISITI DEGLI ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)

Attivanti Chimici Funzionali (ACF)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

¹²

La quantità di ACF da impiegare dipende dalla percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere che si determina mediante la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

P_n = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

P_t = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

P_v = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

P_r = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di P_t viene determinato con l'espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

dove:

P_t = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto allo staccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante allo staccio UNI 2 mm e trattenuto allo staccio 0,063 mm;

c = % di aggregato passante allo staccio 0,063 mm;

d = 0,15 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante allo staccio 0,063 mm ≤ 6 ;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire, in un diagramma viscosità (a 60 °C) - percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo), una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela composta dal bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) e dal bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto. La percentuale di rigenerante necessaria si ottiene da questo diagramma mediante interpolazione lineare alla viscosità di 200 Pa*s.

12.2.1.3 Miscela

12.2.1.3.1 Composizione della miscela

La composizione indicativa della miscela di tipo tradizionale per strati di binder è riportata nella Tabella 12.99. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per gli strati di binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.102. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare attivato con ACF), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per gli strati di binder in conglomerato bituminoso sono riportate nella Tabella 12.103, Tabella 12.104.

TABELLA 12.102 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLE MISCELE DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	20	100
Staccio	16	80 – 100
Staccio	12,5	65 – 90
Staccio	8	50 – 73
Staccio	4	35 – 55
Staccio	2	25 – 38
Staccio	0,5	11 – 21
Staccio	0,25	6 – 16
Staccio	0,125	4 – 10
Staccio	0,063	4 – 8
% di bitume		4,0 – 5,0

TABELLA 12.103 REQUISITI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE PER STRATI DI BINDER STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		

TABELLA 12.104 REQUISITI MECCANICI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE PER STRATI DI BINDER STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	1,0 – 1,6
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹³ a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	50 – 200
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C ^(***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
^(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Sui provini confezionati al 100% della DG deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidezza (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidezza a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà soddisfare i valori riportati in Tabella 12.105.

TABELLA 12.105 REQUISITI DI RIGIDEZZA DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE PER STRATI DI BINDER

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidezza a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	8000 – 16000

12.2.1.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.2.1.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm

¹³ Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.2.1.4 Esecuzione dei lavori

12.2.1.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180°C e quella del legante tra 150°C e 160°C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

12.2.1.4.2 Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.106, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in

Tabella 12.106 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.107 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.106 e Tabella 12.107 per ciascun tipo di emulsione.

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.106 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.107 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	<i>dmm</i>	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	<i>J/cm²</i>	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.2.1.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.2.1.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.2.1.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.108.

TABELLA 12.108 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.100
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.96
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.97
Filler	Impianto	Tabella 12.98

12.2.1.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.109. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- il modulo di rigidità E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.2.1.3.

TABELLA 12.109 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidità E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto Tabella 12.105

12.2.1.6 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.110.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;

- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto

TABELLA 12.110 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.2.1.6.1 Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al 12.2.1.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.2.1.6.2 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.2.2 Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi confezionati a tiepido

12.2.2.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi confezionati a tiepido (temperature di miscelazione inferiori a 130 °C) garantiscono un basso impatto ambientale riducendo l'inquinamento da emissioni di fumi e polveri sia in fase di produzione sia durante la stesa in opera, cautelando gli operatori e garantendo loro una miglior qualità di lavoro; il contenimento della temperatura durante il confezionamento all'impianto e alla stesa si traduce poi in un considerevole risparmio energetico. Tali eco-obiettivi o eco-prestazioni dovranno essere affiancati ad elevate prestazioni fisico-meccaniche del prodotto finito tali da garantire una pavimentazione più sicura e più durevole. Oltre a questi obiettivi con l'impiego dei conglomerati tiepidi è possibile realizzare pavimentazioni bituminose anche in situazioni meteorologiche sfavorevoli (autunno o inverno) data l'elevata lavorabilità dei materiali a basse temperature e il lento decadimento della temperatura nel tempo.

Il conglomerato tiepido è costituito da una miscela di inerti lapidei di primo impiego (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) ed eventualmente materiale riciclato (materiale proveniente da fresatura stradale adeguatamente selezionato) miscelata a basse temperature con due leganti bituminosi: TIPO A (molle) e TIPO B (duro). Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di binder aventi spessore maggiore o uguale a 6 cm.

12.2.2.2 Qualificazione dei materiali

12.2.2.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all'eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati tiepidi.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.2.2.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.111.

TABELLA 12.111 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 80	$C_{50/30}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30	Fl_{30}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-

12.2.2.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.112.

TABELLA 12.112 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.2.2.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati tiepidi deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.113.

TABELLA 12.113 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

12.2.2.2.2 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di “integrazione”, riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella Tabella 12.114. Per il confezionamento di strati di binder può essere utilizzato conglomerato riciclato proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l’Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

TABELLA 12.114 COMPOSIZIONI INDICATIVE DEI FORMULATI PER CONGLOMERATI TIEPIDI PER STRATI DI BINDER

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)
≥ 75	< 25

12.2.2.2.3 Legante

Il legante utilizzato per il confezionamento di conglomerati tiepidi è costituito da due tipi di leganti bituminosi: tipo A “molle” e tipo B “duro”. Entrambi dovranno essere di tipo stradale (secondo la norma UNI EN 12591:2002) e tali da garantire il rispetto delle prestazioni del conglomerato bituminoso riportate di seguito.

La loro accettazione sarà comunque vincolata al rispetto delle caratteristiche riportate in Tabella 12.115.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.115 REQUISITI DEL BITUME PER CONGLOMERATI TIEPIDI PER STRATI DI BINDER

Tipo di Legante	Parametro	Normativa	Unità di	Valore

			misura	
Bitume tipo A “molle”	Viscosità cinematica a 60°C	UNI EN 12595	mm ² /s	8000 – 16000
Bitume tipo B “duro”	Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	35 – 50
	Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	50 – 58

La scelta della percentuale da utilizzare del legante tipo A “molle” e tipo B “duro” sarà decisa in fase di progetto della miscela; i dosaggi saranno stabiliti su base sperimentale in funzione delle caratteristiche e prestazioni finali previste per la miscela.

12.2.2.3 Miscela

12.2.2.3.1 Composizione della miscela

La composizione indicativa della miscela per la realizzazione di conglomerati tiepidi per strati di binder è riportata nella Tabella 12.114. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per gli strati di binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.116. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego e la percentuale del componente tipo A “molle” e tipo B “duro” devono essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31 ed in funzione delle caratteristiche e prestazioni finali previste per la miscela. Le caratteristiche richieste per gli strati di binder in conglomerato tiepido sono riportate nella Tabella 12.117, Tabella 12.118.

TABELLA 12.116 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLE MISCELE DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	20	100
Staccio	16	80 – 100
Staccio	12,5	65 – 90
Staccio	8	50 – 73
Staccio	4	35 – 55
Staccio	2	25 – 38
Staccio	0,5	11 – 21
Staccio	0,25	6 – 16
Staccio	0,125	4 – 10
Staccio	0,063	4 – 8
% di bitume		4,5 – 5,5

TABELLA 12.117 REQUISITI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO TIEPIDO PER STRATI DI BINDER STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO

Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		

TABELLA 12.118 REQUISITI MECCANICI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO TIEPIDO PER STRATI DI BINDER STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	0,8 – 1,4
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹⁴ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	50 – 200
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

Sui provini confezionati al 100% della D_G deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidità a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà soddisfare i valori riportati in Tabella 12.119.

TABELLA 12.119 REQUISITI DI RIGIDEZZA DELLE MISCELE DI CONGLOMERATO TIEPIDO PER STRATI DI BINDER

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidità a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	4000 – 9000

$$^{14} \quad \text{Coefficiente di trazione indiretta: } CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

12.2.2.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.2.2.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.2.2.4 Esecuzione dei lavori

12.2.2.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Saranno accettati soltanto impianti discontinui in cui ogni componente sarà pesato. Gli impianti di produzione avranno piani di vagliatura (reti) attraverso cui gli aggregati saranno ben selezionati e poi pesati, idoneo mescolatore per l'impasto della miscela e numero sufficiente di predosatori.

Si dovranno utilizzare due cisterne per lo stoccaggio dei leganti (A e B); il tipo A sarà mantenuto alla temperatura di circa 120 °C mentre il tipo B a circa 160°C.

Gli aggregati, passando attraverso il cilindro essiccatore, saranno portati ad una temperatura di circa 130-140 °C. Una volta scaricati, insieme al filler, nel mescolatore saranno sottoposti ad un primo stadio di miscelazione con il componente A e successivamente con il componente B, dopo che quest'ultimo ha subito un processo di pseudo-schiumatura in un'apposita camera esterna al mescolatore.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. Tale tempo sarà compreso fra 30 e 50 sec e sarà in funzione dell'efficienza dell'impianto.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 120° e 130° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri (possibilmente ad infrarossi) fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Altri controlli saranno eseguiti sulla taratura delle bilance.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

L'impresa è tenuta a presentare a sue spese, prima dell'inizio dei lavori, una documentazione che evidenzi la riduzione delle emissioni al camino e del consumo energetico dell'essiccatore tra il sistema di produzione tradizionale a caldo dei conglomerati bituminosi e la nuova tecnologia a bassa temperatura. I valori dovranno rientrare nei limiti indicati in Tabella 12.120.

In qualsiasi momento della produzione l'Ente Committente potrà incaricare un Laboratorio qualificato e competente nei riguardi dei processi di produzione a basse temperature, da essa stessa scelto, per la verifica del rispetto dei valori riportati nella Tabella 12.120.

TABELLA 12.120 REQUISITI AMBIENTALI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE

<u>Parametro</u>	<u>Riduzione valori registrati tra produzione tradizionale e a bassa temperatura</u>	<u>Unità di misura</u>
<u>CO₂</u>	<u>Riduzione emissione al camino minima: 30%</u>	Kg/h
<u>SO₂</u>	Riduzione emissione al camino minima: 25%	Kg/h
<u>NO_x</u>	Riduzione emissione al camino minima: 50%	<u>Kg/h</u>
<u>Consumo energia</u>	<u>Riduzione combustibile tamburo essiccatore: 25%</u>	<u>m³/h</u>

12.2.2.4.2 Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.121, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.121 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.122 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della *mano d'attacco* l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.121 e Tabella 12.122 per ciascun tipo di emulsione.

I leganti a base di bitume impiegati per le *mani di ancoraggio* e di *attacco* dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.121 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808			
			Cationica 55%		Cationica 60%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3		
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074						
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.122 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI DI DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.2.2.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati tiepidi saranno posti in opera a mezzo di macchine vibrofinitrici, dei tipi approvati dalla D.L., in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali. Il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare compresa tra 95 – 105 °C.

Qualora la temperatura risultasse superiore il materiale dovrà permanere in cantiere sui mezzi di trasporto fino alla temperatura prevista ovvero compresa tra 95 – 105 °C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e comunque a temperatura compresa tra 95 – 105 °C e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rulli gommati di idoneo peso, rulli metallici o tandem.

Dovrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione lo strato di binder dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore; la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quelle di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.2.2.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati tiepidi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.2.2.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.123.

TABELLA 12.123 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitumi	Cisterna	Tabella 12.115

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
componenti		
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.111
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.112
Filler	Impianto	Tabella 12.113

12.2.2.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.124. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).
- il modulo di rigidità E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.2.2.3.

TABELLA 12.124 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidità E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto Tabella 12.119

12.2.2.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.125.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.125 CONTROLLI PRESTAZIONALI SUGLI STRATI FINITI

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.2.2.5.3.1) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al 12.2.2.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.2.2.5.3.2) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.2.3 Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica

12.2.3.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato ed eventualmente conglomerato riciclato. L'utilizzo del bitume modificato per il confezionamento di queste miscele permette di ottenere conglomerati bituminosi con elevata durata a fatica, rispetto ai conglomerati bituminosi di tipo tradizionali confezionati con bitume semisolido (tal quale). Per questo motivo si parla di strati di binder ad elevate prestazioni. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di binder aventi spessore maggiore o uguale a 6 cm.

12.2.3.2 Qualificazione dei materiali

12.2.3.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all'eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.2.3.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di

provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.126.

TABELLA 12.126 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA_{30}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 80	$C_{50/30}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30	Fl_{30}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-

12.2.3.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.127.

TABELLA 12.127 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.2.3.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.128.

TABELLA 12.128 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-

Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

12.2.3.2.2 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di “integrazione”, riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella Tabella 12.129. Per il confezionamento di strati di binder ad elevate prestazioni può essere utilizzato conglomerato riciclato proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l’Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

TABELLA 12.129 COMPOSIZIONI INDICATIVE DEI FORMULATI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ELEVATA DURATA A FATICA PER STRATI DI BINDER

Materiali freschi(% di impiego nella miscela)	Materiali fresati(% di impiego nella miscela)
≥ 85	< 15

12.2.3.2.3 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di strati di binder ad elevate prestazioni vengono confezionati con bitumi modificati. Tali bitumi fanno parte di quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che riducono l’attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati, risultato quest’ultimo non raggiungibile con l’impiego di bitumi semisolidi tal quali.

La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modificata con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

Il bitume modificato utilizzato per la realizzazione di conglomerati bituminosi con elevate prestazioni è un bitume a modifica “HARD”. La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati in Tabella 12.130.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.130 REQUISITI DEL BITUME CON MODIFICA HARD PER CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ELEVATA DURATA A FATICA PER STRATI DI BINDER

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dm ^m	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 70	Classe 4
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Ulteriori richieste tecniche					
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 85	Classe 2
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9	Classe 2

12.2.3.3 Miscela

12.2.3.3.1 Composizione della miscela

La composizione indicativa della miscela per strati di binder ad elevate prestazioni è riportata nella Tabella 12.129. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per questi strati di binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.131. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per gli strati di binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni sono riportate nella Tabella 12.132, Tabella 12.133.

TABELLA 12.131 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI PER STRATI DI BINDER AD ELEVATA DURATA A FATICA

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	20	100
Staccio	16	80 – 100
Staccio	12,5	65 – 90
Staccio	8	50 – 73
Staccio	4	35 – 55
Staccio	2	25 – 38
Staccio	0,5	11 – 21
Staccio	0,25	6 – 16
Staccio	0,125	4 – 10
Staccio	0,063	4 – 8
% di bitume		4,5 – 5,5

TABELLA 12.132 REQUISITI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BINDER AD ELEVATA DURATA A FATICA STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2

(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D_G

TABELLA 12.133 REQUISITI MECCANICI DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BINDER AD ELEVATA DURATA A FATICA STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	1,0 – 1,6
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹⁵ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	50 – 200
Sensibilità all'acqua ITSr a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80

(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

Sui provini confezionati al 100% della D_G deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidità a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà soddisfare i valori riportati in Tabella 12.134.

TABELLA 12.134 REQUISITI DI RIGIDEZZA DELLA MISCELA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BINDER AD ELEVATA DURATA A FATICA

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidità a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	5000 – 10000

12.2.3.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.2.3.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

15 Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

12.2.3.4 Esecuzione dei lavori

12.2.3.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del bitume.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 175° C e 185° C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

12.2.3.4.2 Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.135, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.135 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.136 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.135 e Tabella 12.136 per ciascun tipo di emulsione.

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.135 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.136 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75 Classe 5

12.2.3.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.2.3.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.2.3.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.137 Tabella 12.108.

TABELLA 12.137 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.130
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.126
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.127
Filler	Impianto	Tabella 12.128

12.2.3.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.138. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- il modulo di rigidità E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.2.3.3.

TABELLA 12.138 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidità E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto Tabella 12.134

12.2.3.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.139.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto

TABELLA 12.139 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	$\leq$ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.2.3.5.3.1) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al 12.2.3.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.2.3.5.3.2) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.2.4 Strati di binder realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded confezionati con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri sbr/nr secondo processo wet

12.2.4.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi tipo gap graded, confezionati con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR, sono delle miscele che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottenere buone prestazioni in termini di durabilità e prestazioni meccaniche.

Tali conglomerati, aventi spessori in opera di almeno 50 mm, sono costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastata a caldo in appositi impianti con bitume modificato con polimeri SBR/NR. Il legante impiegato per il confezionamento della miscela consiste in un bitume modificato con polimero di gomma riciclata di pneumatici fuori uso, incorporata nel bitume tramite processo wet.

12.2.4.2 Qualificazione dei materiali

12.2.4.2.1 Aggregati

La fase solida è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.2.4.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa (preferibilmente basaltica) purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.140.

TABELLA 12.140 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità	VALORE	Categoria

Parametro	Normativa	Unità di misura		UNI EN 13043
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 25	LA_{25}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	16	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 25	Fl_{25}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-

12.2.4.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.141.

TABELLA 12.141 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.2.4.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per strati di binder tipo gap

graded, confezionati con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR, deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.142.

TABELLA 12.142 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B}/16$

12.2.4.2.2 Legante

Il legante impiegato per il confezionamento di tali miscele è un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatici fuori uso, incorporato nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

12.2.4.2.2.1) Bitume base

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento $\geq 50^\circ\text{C}$.

12.2.4.2.2.2) Additivo polimerico SBR/NR

L'additivo polimerico di tipo SBR/NR deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;

assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;

dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di $1,15 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;

quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;

contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella 12.143.

TABELLA 12.143 REQUISITI GRANULOMETRICI ADDITIVO POLIMERICO SBR/NR

Serie stacci ISO 3310 serie R20 (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	1,25	100
Staccio	0,800	95 – 100
Staccio	0,630	85 – 100
Staccio	0,400	45 – 70
Staccio	0,250	5 – 25
Staccio	0,063	0 – 5

12.2.4.2.2.3) Bitume modificato

Le proprietà del bitume modificato sono riportate nella Tabella 12.144. La determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legante modificato deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione.

TABELLA 12.144 REQUISITI DEL BITUME MODIFICATO MEDIANTE L'AGGIUNTA DI POLIMERI SBR/NR PER STRATI DI BINDER TIPO GAP GRADED

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dm	25 - 55	Classe 3
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 50	Classe 8
Force Ductility Test a 5°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 2
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 45	Classe 4
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 12	Classe 4
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -7	Classe 4
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 60	Classe 4
Ulteriori richieste tecniche					
Stabilità allo stoccaggio	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023
UNI EN 13399	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dm	≤ 9 Classe 2

12.2.4.2.3 Additivi

È escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi per il confezionamento di strati di binder tipo gap graded realizzati con bitume modificato mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR.

12.2.4.3 Miscela

12.2.4.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo gap graded, confezionati con bitumi modificati mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.145.

Tali conglomerati devono avere uno spessore di almeno 50 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 12.145.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

TABELLA 12.145 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	16	100
Staccio	12,5	90 – 100
Staccio	8	65 – 75
Staccio	4	27 – 37
Staccio	2	12 – 22
Staccio	0,5	5 – 14
Staccio	0,25	3 – 11
Staccio	0,125	2 – 8
Staccio	0,063	2 – 6
% di bitume		7,5 – 8,5

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo gap graded, confezionati con bitumi modificati mediante l'aggiunta di polimeri SBR/NR, sono riportate nella Tabella 12.146, Tabella 12.147.

TABELLA 12.146 REQUISITI DELLA MISCELA PER STRATI DI BINDER TIPO GAP GRADED, CONFEZIONATI CON BITUME MODIFICATO CON POLIMERI SBR/NR, STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	12 – 16
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	5 – 7
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		

TABELLA 12.147 REQUISITI MECCANICI DELLA MISCELA PER STRATI DI BINDER TIPO GAP GRADED, CONFEZIONATI CON BITUME MODIFICATO CON POLIMERI SBR/NR, STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,6
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹⁶ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

Sui provini confezionati al 100% della D_G deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidità a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà soddisfare i valori riportati in Tabella 12.148.

TABELLA 12.148 REQUISITI DI RIGIDEZZA DELLA MISCELA PER STRATI DI BINDER TIPO GAP GRADED CONFEZIONATI CON BITUME MODIFICATO CON POLIMERI SBR/NR

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidità a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	4000 - 9000

12.2.4.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.2.4.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm

¹⁶ Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:
ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²
D = diametro del campione espresso in mm
D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

di $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.2.4.4 Esecuzione dei lavori

12.2.4.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo polimerico.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo $0,25\%$ in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante modificato tra 170°C e 190°C .

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo $0,25\%$ in peso.

12.2.4.4.2 Preparazione della superficie di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55% , le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.149, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a $1,0\text{ kg/m}^2$.

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.149 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,30\text{ kg/m}^2$. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.150 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,35\text{ kg/m}^2$.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.149 e Tabella 12.150 per ciascun tipo di emulsione.

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.149 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808			
			Cationica 55%		Cationica 60%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3		
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074						
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.150 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI DI ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.2.4.4.3 Posa in opera della miscela

La posa in opera degli strati di binder tipo gap graded additi vati con polimeri SBR/NR viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di auto livellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo di 50 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 170° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.2.4.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per strati di binder tipo gap graded additi vati con polimeri SBR/NR e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.2.4.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.151.

TABELLA 12.151 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.144
Additivo polimerico SBR/NR	Impianto	Tabella 12.143
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.140
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.141
Filler	Impianto	Tabella 12.142

12.2.4.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.152. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- il modulo di rigidezza E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.2.4.3.

TABELLA 12.152 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Percentuale di bitume e granulometria degli aggregati risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Modulo di rigidezza E risultante dallo studio della miscela con una tolleranza di $\pm 20\%$ e comunque all'interno dei limiti di progetto Tabella 12.148

12.2.4.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.153.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto

TABELLA 12.153 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.2.4.5.3.1) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti al 12.2.4.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

12.2.4.5.3.2) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3 Strati di usura in conglomerato bituminoso a caldo

12.3.1 Miscele per strati di usura tradizionali

12.3.1.1 Generalità e definizioni

I conglomerati bituminosi per strati di usura realizzati a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume e additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Essi si distinguono in conglomerati bituminosi "tradizionali", se confezionati con bitume semisolido (tal quale) e conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, se confezionati con bitume modificato. Per i conglomerati ad elevate prestazioni sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" ed uno a modifica "Hard".

12.3.1.2 Qualificazione dei materiali

12.3.1.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all'eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi.

12.3.1.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensione d uguale o maggiore di 1 mm e D maggiore di 2 mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.154. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di CLA per ogni pezzatura utilizzata, compresa la sabbia (roccia di provenienza) ed il fresato: il valore di CLA misurato sulle singole pezzature, escluso il passante a 6.3 mm, deve essere ≥ 40 . Il valore del CLA medio di riferimento della miscela di inerti > 2 mm, indicato in Tabella 12.154, viene calcolato con la seguente procedura:

Si misura la massa volumetrica apparente di tutte le pezzature escludendo il passante a 2 mm;

La somma delle percentuali d'impiego per la costruzione della curva granulometrica di progetto di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante a 2 mm;

Le nuove percentuali d'impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le masse volumetriche apparenti, determinate all'inizio della procedura, e vengono riportate anch'esse a 100% ;

Il valore CLA viene calcolato dalla sommatoria dei prodotti delle percentuali volumetriche di ogni pezzatura utilizzata (compresa la sabbia) per il relativo valore di CLA, divisi per 100 ($\sum \text{CLA}_i \cdot \text{MVA}_i / 100$).

Nello strato di usura, per ottenere i valori di CLA medio la miscela finale degli aggregati potrà contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica. In alternativa all'uso del basalto o del porfido si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale ($\text{CLA} \geq 50$) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

12.3.1.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensione d uguale a zero e D minore o uguale a 6.3 mm. Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.155. Per gli aggregati fini il trattenuto allo staccio 2 mm non deve superare il 10 % qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di CLA ≤ 40 .

12.3.1.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante allo staccio 0.063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.156.

TABELLA 12.154 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità			Livelli di traffico			
Parametro	Normativa	Unità di misura	PP	P	M	L
Los Angeles ^(*)	UNI EN 1097-2	%	≤ 18	≤ 20	≤ 20	≤ 25
Micro Deval Umida ^(*)	UNI EN 1097-1	%	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	100	100	100	100
Dimensione max	UNI EN	mm	20	20	20	20

	933-1					
Resistenza al gelo (ΔS_{la})	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	UNI EN 12697-1	%	0	0	0	0
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Indice appiattimento	UNI EN 933-3/4	%	≤ 20	≤ 20	≤ 30	≤ 30
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$
CLA	UNI EN 1097-8	%	≥ 45	≥ 42	≥ 40	≥ 40
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.						

TABELLA 12.155 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			Livelli di traffico		
Parametro	Normativa	Unità di misura	PP e P	M	L
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	≥ 70	≥ 60
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≤ 2	≤ 2	≤ 3
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	≥ 70	≥ 50	≥ 50

TABELLA 12.156 REQUISITI DEL FILLER

Tutti i livelli di traffico			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	prEN12697-11	%	≤ 5
Passante allo 0.125	UNI EN 933-1	%	100
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥ 80
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	Δ PA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre, la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

12.3.1.3 Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione", riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella Tabella 12.157. Il conglomerato riciclato da impiegare nel confezionamento dello strato di usura dovrà provenire esclusivamente dalla fresatura di strati di usura.

La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

TABELLA 12.157 COMPOSIZIONI INDICATIVE DEI FORMULATI PER C.B. DI USURA TRADIZIONALI E A ELEVATE PRESTAZIONI

Tipi di Conglomerato	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferito al bitume)
CB "Normali"	≥ 80	≤ 20	≤ 5
CBM "Medium"	≥ 80	≤ 20	≤ 5
CBH "Hard"	≥ 90	≤ 10	0

12.3.1.4 Legante

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

12.3.1.4.1 Bitume semisolido (tal quale)

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati: essa sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

12.3.1.4.2 Bitumi modificati con additivi

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducono l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o consentono di ottenere altri risultati non raggiungibili con l'impiego di bitumi semisolidi tal quali.

TABELLA 12.158 REQUISITI DEL BITUME SEMISOLIDO TAL QUALE PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TRADIZIONALI

Bitume tal quale				
parametro	Normativa	unità di misura	tipo 50/70	tipo 80/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	EN 13072-2	Pa•s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT		UNI EN 12607-1		
Volatilità	EN 12607	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN 1426	%	≥ 50	≥ 50

Incremento del punto di Rammollimento	EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9

La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica “MEDIUM” ;

Bitumi con modifica “HARD”.

Per i bitumi modificati, sia “ MEDIUM ” che “HARD”, il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Il produttore deve, inoltre, indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nella Tabella 12.159. In questo caso sul bitume base modifica devono essere controllati almeno i valori del punto di rammollimento P.A. e della penetrazione a 25°C.

12.3.1.4.2.1) Bitumi con modifica MEDIUM

I bitumi con modifica MEDIUM possono essere impiegati nelle miscele di base, binder e usura e vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non consentano di ottenere le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per tali strati. La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati nella Tabella 12.159.

12.3.1.4.2.2) Bitumi con modifica HARD

I bitumi a modifica “HARD”, pur essendo utilizzabili in tutte le miscele, sono però utilizzati per la realizzazione di conglomerati bituminosi ad alto modulo con elevata durata a fatica . La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati nella Tabella 12.159.

TABELLA 12.159 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA MEDIUM E HARD PER CONGLOMERATI BITUMINOSI AD ELEVATE PRESTAZIONI

Bitume				
Parametro	Normativa	unità di misura	Modifica MEDIUM	Modifica HARD
Penetrazione a 25°C	EN 1426	dmm	50-70	50/70
Punto di rammollimento	EN 1427	°C	≥ 60	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	°C	≤ - 10	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≥ 0,25	≥ 0,4
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	≥ 50%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	EN 13399	°C	≤ 3	≤ 3
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1			
Volatilità	EN 12607	%	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426	%	≥ 60	≥ 60

Incremento del punto di Rammollimento	EN1427	°C	≤ 5	≤ 5

12.3.1.4.2.3) Certificazione di qualità

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori “Certificati in Qualità” che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio ed a spese dell’Impresa, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito.

La non rispondenza dei requisiti, comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l’applicazione delle penali previste.

12.3.1.5 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

12.3.1.5.1 Attivanti d’adesione

Gli attivanti d’adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l’adesione bitume - aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all’acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all’azione dell’acqua richieste. L’attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l’esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d’adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

12.3.1.5.2 Attivanti chimici funzionali

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono prodotti studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l’impiego di riciclati in miscele tradizionali. Essi sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 12.160. Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto e può essere determinato utilizzando la procedura riportata nella nota ¹⁷.

¹⁷ La quantità di ACF da impiegare dipende dalla percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere che si determina mediante la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

P_n = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

P_t = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

P_v = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

P_r = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di P_t viene determinato con l’espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

dove:

P_t = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto allo staccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante allo staccio UNI 2 mm e trattenuto allo staccio 0,063 mm;

c = % di aggregato passante allo staccio 0,063 mm;

12.3.1.6 Composizione delle miscele

La composizione indicativa delle miscele di tipo tradizionale e ad elevate prestazioni sono riportate nella Tabella 12.157. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 12.161. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare attivato con ACF), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Il fuso A è da impiegare per strati di usura con spessori superiori ai 4 cm; il fuso B per spessori compresi tra 3 cm e 4 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico; in via transitoria, si potrà utilizzare il metodo Marshall. Le caratteristiche richieste per i diversi strati sono riportate nella Tabella 12.162, Tabella 12.163, Tabella 12.164 e Tabella 12.165.

TABELLA 12.160 REQUISITI DEGLI ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (ACF)

Attivanti Chimici Funzionali (ACF)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

TABELLA 12.161 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLE MISCELE DI AGGREGATI

Serie stacci UNI (mm)		Usura	
		A	B
Staccio	31.5	-	-
Staccio	22.4	-	-

d = 0,15 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante allo staccio 0,063 mm compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante allo staccio 0,063 mm $\leq$ 6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire, in un diagramma viscosità (a 60 °C) - percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo), una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela composta dal bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) e dal bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto. La percentuale di rigenerante necessaria si ottiene da questo diagramma mediante interpolazione lineare alla viscosità di 2000 Pa*s.

Staccio	20	100	-
Staccio	16	-	-
Staccio	12.5	90 – 100	100
Staccio	8	70 – 90	70 – 90
Staccio	4	40 – 55	40 – 60
Staccio	2	25 – 38	25 – 38
Staccio	0.5	12 – 21	12 – 21
Staccio	0.25	9 – 16	9 – 16
Staccio	0.125	6 – 11	6 – 11
Staccio	0.063	6 – 10	6 – 10
% di bitume		4,8 – 6,3	5,0 – 6,5

TABELLA 12.162 REQUISITI DELLE MISCELE DI CONGLOMERATO DI USURA TRADIZIONALE E AD ELEVATE PRESTAZIONI STUDIATE CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
<i>Condizioni di prova</i>	Unità di misura	Strato di usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	100
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, UNI EN 12697-26:2003) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

TABELLA 12.163 REQUISITI MECCANICI DELLE MISCELE PER STRATI DI USURA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE E AD ELEVATE PRESTAZIONI STUDIATE CON METODO VOLUMETRICO

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Medium e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 0,7	> 0,8

Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C ¹⁸	N/mm ²	> 70	> 80

TABELLA 12.164 REQUISITI DELLE MISCELE DI CONGLOMERATO DI USURA TRADIZIONALE STUDIALE CON METODO MARSHALL

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Strato di usura
COSTIPAMENTO	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M		

TABELLA 12.165 REQUISITI DELLE MISCELE DI CONGLOMERATO DI USURA AD ELEVATE PRESTAZIONI STUDIALE CON METODO MARSHALL

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Strato di usura
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	12
Rigidezza Marshall	KN/mm	3–4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D _M		

12.3.1.7 Accettazione delle miscele

Almeno tre mesi prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, per ciascun cantiere di produzione, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi); tali prove devono essere eseguite presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della Amministrazione un registro, vidimato dalla D.L., in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L., in contraddittorio ed a spese dell'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa

18

Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot D \cdot Rt / D_c$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

D_c = deformazione a rottura

R_t = resistenza a trazione indiretta

sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.1.7.1 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica dello strato di usura sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 3 punti percentuali; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino contenuti in ± 2 punti percentuali; scostamenti del passante allo staccio UNI 0,063 mm contenuti in $\pm 1,5$ punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.1.8 Esecuzione dei lavori

12.3.1.8.1 Confezionamento delle miscele

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata: inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

12.3.1.8.2 Preparazione delle superfici di stesa

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.166, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.166 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.166 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.166 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

TABELLA 12.166 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ANCORAGGIO E DI ATTACCO

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%	Cationica		
				55%	60%	65%
Polarità	UNI EN 1430		> 0	> 0	> 0	> 0
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%	30 ± 1	45 ± 2	45±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	70 ± 1	55±2	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0	1-6	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	UNI EN 12846	°E	> 20	2-6	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 gg	UNI EN 1430	%	< 5	< 5	< 10	< 8
Residuo bituminoso						
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	> 70		
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	°C	> 65	> 35	> 40	> 40
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 1430	%	> 75			

12.3.1.9 Posa in opera delle miscele

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni: inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima di stendere il conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato, al fine di garantire l'ancoraggio dei due strati, si dovrà procedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso: nel caso di stesa in doppio strato, essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.1.10 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.3.1.10.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. Il numero dei campioni deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 12.167 per ogni tipo di controllo da effettuare, salvo diverse e documentate prescrizioni della D.L.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella stessa tabella.

TABELLA 12.167 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Tabella 12.158 Tabella 12.159
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Tabella 12.154
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Tabella 12.155
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Tabella 12.156

12.3.1.10.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.168. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- la quantità di attivante d'adesione mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23).

In mancanza della Pressa Giratoria e in via transitoria vengono effettuate prove secondo il metodo Marshall per le seguenti determinazioni:

- massa volumica (DM), stabilità e rigidità (prEN 12697-34);
- percentuale dei vuoti residui (prEN 12697-8);
- perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (EN 12697-12);
- resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana, EN 12697-23).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al paragrafo 12.3.1.7.

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (UNI EN 12697). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm²/(daN*s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10⁶ e 26 x 10⁶ cm²/(daN*s).

TABELLA 12.168 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	- J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm ² /(daN*s) - Jp a 40 °C compreso tra 14 x 10 ⁶ e 26 x 10 ⁶ cm ² /(daN*s).

12.3.1.10.3 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato nella Tabella 12.169.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui;
- il modulo complesso E (UNI EN 12697-26).

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della massa volumica in situ.

TABELLA 12.169 CONTROLLI PRESTAZIONALI SUGLI STRATI FINITI

TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI

Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	% dei vuoti della miscela di progetto
Prove di portanza	Sito	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	E > E di progetto o E > 6000 MPa
Aderenza e tessitura	Sito	Su tratte di almeno 200 m per un totale pari al 10% della lunghezza complessiva di ogni corsia	H.S. ≥ 20,4 mm (media su 50m) B.P.N. ≥ 60 (ogni 50 m)

12.3.1.10.3.1) Portanza

A discrezione della D.L. potranno essere eseguiti anche controlli di portanza. Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico dinamico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con attrezzature di tipo F.W.D; per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori e/o potranno essere ricavati mediante una campagna di carotaggi successivi da eseguire con le frequenze riportate in Tabella 12.169.

Per un maggiore dettaglio nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito con apparecchiatura georadar equipaggiata con antenne aventi frequenze di 0.6 GHz e 1.6 GHz.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D., in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

- A. Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati :

A1: Valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume ≥ 10 cm) :

le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

A2 : Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base ≥ 10 cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo ≥ 4 cm) :

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata, almeno un giorno dopo la stesa, direttamente sulla superficie finita dello strato di base in conglomerato bituminoso mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

B. - Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta

B1 : Valutazione del modulo complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del Pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti > 4 cm):

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata entro i 60 giorni precedenti l'intervento sulla vecchia superficie della pavimentazione, mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 120° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L. Il valore del modulo calcolato dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C secondo curve di correzione proposte dalla D.L. o determinate sperimentalmente sulla stessa pavimentazione..

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto B.1 si procederà all'interpretazione delle misure di deflessione della prima e della seconda serie di prove calcolando il modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume, rispettivamente, nelle condizioni precedenti l'intervento ed in quelle modificate (dopo la sua realizzazione) per il contributo offerto dagli strati aggiunti o rinnovati. Confrontando le rigidezze nelle due condizioni del pacchetto degli strati legati a bitume sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati aggiunti o rinnovati.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto A.2 la procedura da seguire è del tutto identica a quella appena descritta salvo il fatto che dalla prima serie di prove si otterrà il modulo elastico dello strato di Base e dalla seconda serie il modulo medio complessivo di tutto il pacchetto degli strati legati a bitume; confrontando le rigidezze nelle due condizioni sarà possibile calcolare il modulo elastico complessivo degli strati superiori (Usura+Binder).

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35°C evitando, nell'avanzata primavera e nella stagione estiva, le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto in giornate particolarmente calde. Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. I valori dei moduli calcolati non potranno essere inferiori ai valori limite dichiarati nello studio di progetto della miscela o a quelli indicati in progetto quando questi ultimi siano superiori. In assenza di precise indicazioni, il valore del modulo elastico dinamico del pacchetto di strati legati a bitume non dovrà essere inferiore a 6000 MPa.

12.3.1.10.3.2) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.169. Le misure di resistenza ad attrito radente, eseguite con lo *Skid Tester* secondo la norma CNR 105/85 (UNI EN 13036-4:2011), dovranno fornire valori di B.P.N. (British Pendulum Number) uguali o maggiori di 60; la tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, deve essere maggiore o uguale a 0.4 mm. In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992).

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature dovranno essere ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata; in aggiunta potranno essere forniti anche i valori dell'IFI (F60, Sp). Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata almeno per il 50% della lunghezza complessiva della stesa. Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici. Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Per quanto riguarda le misure di aderenza e tessitura eseguite con il profilometro laser il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m lungo ogni striscia longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in

accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m (uno per ciascuna strisciata longitudinale).

12.3.1.10.3.2.1 *Regolarità*

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure di profilo longitudinale dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando un profilometro laser e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice I.R.I. verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di

pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.1.10.3.2.2 *Tolleranze sui risultati e penali*

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo. Per valori del modulo complesso E inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata una detrazione dell'1.7 % del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione. Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo elastico dinamico ricavato da almeno 12 determinazioni non deve essere inferiore ai valori limite. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10% ; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'1.7% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 60% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora i valori dei vuoti, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa), verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%: valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il valore medio di B.P.N. o H.S., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea) o per ciascuna tratta da 50 m, sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato come segue:

- per valori di BPN inferiori a 60 sarà applicata una detrazione del 1% del prezzo di elenco per ogni punto (anche non intero) di B.P.N. compreso tra 51 e 59 (es. BPN 59,7 penale 1%, es. BPN 58,4 penale 2%, ecc..);

I valori di non accettabilità sono:

- B.P.N. ≤ 50
- H.S. < 0,4 mm

Qualora il valore medio di B.P.N. o H.S., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, assuma valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di B.P.N. e H.S. al di sopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.1.10.3.2.3 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per **manto d'usura**, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea ($< 1,8 \div 2,0$ mm/m), non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 4 mm/m.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.2 Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded

12.3.2.1 Generalità e definizioni

I manti di usura tipo gap graded fanno parte di quella tipologia di conglomerati bituminosi detti di *nuova generazione*, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali a bassa emissione sonora, sono delle miscele che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottimizzare le prestazioni acustiche senza pregiudicare la durabilità, la stabilità e la sicurezza della circolazione.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

I conglomerati gap graded sono tappeti di usura antisdrucchiolo, aventi spessori in opera di almeno 30 mm, costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastata a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali. Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per una più semplice manutenzione. Esso è stato studiato per: migliorare l'aderenza, impermeabilizzare la struttura sottostante ed attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

12.3.2.2 Qualificazione dei materiali

12.3.2.2.1 Aggregati

La fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo gap graded è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.3.2.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa (preferibilmente basaltica), aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella Tabella 12.170. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

TABELLA 12.170 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	S_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV_{50}

12.3.2.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.171.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≤ 50 .

TABELLA 12.171 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-

Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.3.2.2.1.3) Filler

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo gap graded deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 12.172.

TABELLA 12.172 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta R \& B 8/16$

12.3.2.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura tipo gap graded vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: le caratteristiche di tali bitumi sono riportate nella Tabella 12.173.

Per confezionare i conglomerati gap graded deve essere utilizzato il bitume modificato di tipo Hard. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.173 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA HARD PER MANTI DI USURA TIPO GAP GRADED

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 65	Classe 5
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2
Ulteriori richieste tecniche					
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 80	Classe 3
Stabilità allo stoccaggio	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
UNI EN 13399	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9	Classe 2

12.3.2.2.3 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

Le fibre minerali sono degli additivi che nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Esse possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc.: devono possedere i requisiti indicati in Tabella 12.174.

TABELLA 12.174 REQUISITI DELLE FIBRE MINERALI

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità di misura	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	8/15
Superficie specifica fibra	cm ² /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	da 1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	da 1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

12.3.2.3 Miscela

12.3.2.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo gap graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.175.

Per migliorare la stabilità del mastice bituminoso la miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Gli strati di usura tipo gap graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 12.175.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

TABELLA 12.175 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI TIPO GAP GRADED

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 75
Staccio	2	19 – 29
Staccio	0,5	11 – 19
Staccio	0,25	9 – 17
Staccio	0,125	8 – 14
Staccio	0,063	8 – 12
Percentuale di bitume		7% – 8%
Spessore (mm)		≥ 30

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo gap graded sono riportate nella Tabella 12.176.

TABELLA 12.176 REQUISITI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI TIPO GAP GRADED STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	12 – 16
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	6 – 8
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ¹⁹ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50

¹⁹ Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 90
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8 (**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _g (***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

12.3.2.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.2.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.2.4 Esecuzione dei lavori

12.3.2.4.1 Confezionamento della miscela

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante modificato tra 160° C e 180° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

12.3.2.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso per manti di usura tipo gap graded va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

Prima di iniziare la stesa dei manti di usura tipo gap graded è necessario stendere una adeguata mano d'attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente e prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti.

La mano d'attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di 0,5 Kg/m² mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo (temperatura > 180°C) avrà le caratteristiche riportate nella Tabella 12.173. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causata dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4-8 mm, in quantità di circa 6-8 l/ m² . In casi particolari o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano d'attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dalla Tabella 12.177 stesa mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di 0,7 Kg/m² e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.177 CARATTERISTICHE MINIME DI ACCETTAZIONE DELL'EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75 Classe 5

12.3.2.4.3 Posa in opera della miscela

La posa in opera dei manti di usura tipo gap graded viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo di 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.2.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo gap graded e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

12.3.2.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.178.

TABELLA 12.178 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 15.289
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 15.286
Aggregato fine	Impianto	Tabella 15.287
Filler	Impianto	Tabella 15.288

12.3.2.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.179. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- - la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- - la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.3.2.3.

TABELLA 12.179 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

12.3.2.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.180.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontri irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.180 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.3.2.5.3.1) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.181. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 65. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,6 mm.

TABELLA 12.181 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 65
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS ≥ 0,6 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,26
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S _p ≥ 57 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperienza di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata²⁰; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti

²⁰ Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_p}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 BFC \cdot e^{\frac{0,17V-60}{S_p}} - 2,1019 \left(\frac{HS-0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_p} \right)} - 0,01589 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

riportati in Tabella 12.181. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 12.182.

TABELLA 12.182 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 39,5$
50,0	$\leq 40,5$
40,0	$\leq 41,5$
31,5	$\leq 42,5$
25,0	$\leq 43,5$
20,0	$\leq 45,0$
16,0	$\leq 45,5$
12,5	$\leq 46,5$
10,0	$\leq 47,5$
8,00	$\leq 48,0$
6,30	$\geq 44,5$
5,00	$\geq 44,0$
4,00	$\geq 43,5$
3,15	$\geq 42,0$
2,50	$\geq 40,5$
2,00	$\geq 40,0$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 50. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 12.183.

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_p = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

TABELLA 12.183 CONTROLLO DELLE CAPACITÀ DI FONOASSORBIMENTO

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$

12.3.2.5.3.1.1 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.2.5.3.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 15.2.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori medi di B.P.N. o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione del 7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate con riferimento alla larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

$$\begin{array}{ll} \text{B.P.N.} = 55 & \text{F60} = 0,19 \\ \text{H.S.} = 0,5 \text{ mm} & \text{Sp} = 45 \text{ km/h} \end{array}$$

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o Sp), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 12.183.

12.3.2.5.3.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontri irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per *manto d'usura*, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea ($< 1,8 \div 2,0$ mm/m), non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.3 Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo open graded

12.3.3.1 Generalità e definizioni

I manti di usura tipo open graded fanno parte di quella tipologia di conglomerati bituminosi detti di *nuova generazione*, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali a bassa emissione sonora, sono delle miscele che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottimizzare le prestazioni acustiche senza pregiudicare la durabilità, la stabilità e la sicurezza della circolazione.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

Gli strati di usura tipo open graded sono delle miscele drenanti e fonoassorbenti (CDF) aventi spessore in opera di almeno 40 mm. Le miscele per strati di usura tipo open graded sono costituite da pietrischetti frantumati, poca sabbia e filler, impastate a caldo con bitume modificato che dopo compattazione presentano una porosità intercomunicante 4 o 5 volte superiore a quella di un tradizionale conglomerato per strato di usura. Questo conglomerato, ad alto contenuto tecnologico, è quindi dotato di elevata rugosità superficiale: ha funzione drenante e fonoassorbente, fornendo una buona aderenza anche in caso di pioggia.

12.3.3.2 Qualificazione dei materiali

12.3.3.2.1 Aggregati

La fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo open graded è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fine o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.3.3.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa (preferibilmente basaltica), aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella Tabella 12.184. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV

misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

TABELLA 12.184 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	Sl_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV_{50}

12.3.3.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.185.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≤ 50 .

TABELLA 12.185 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.3.3.2.1.3) Filler

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo open graded deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 12.186.

TABELLA 12.186 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	CategoriaUNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V _{28/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ _{R&B} 8/16

12.3.3.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura tipo open graded vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: le caratteristiche di tali bitumi sono riportate nella Tabella 12.187.

Per confezionare i manti di usura tipo open graded deve essere utilizzato il bitume modificato di tipo Hard. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.187 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA HARD PER MANTI DI USURA TIPO OPEN GRADED

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 70	Classe 4
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2
Ulteriori richieste tecniche					
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 85	Classe 2

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5 Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9 Classe 2

12.3.3.2.3 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

Le fibre minerali sono degli additivi che nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Esse possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc.: devono possedere i requisiti indicati in Tabella 12.188.

TABELLA 12.188 REQUISITI DELLE FIBRE MINERALI

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità di misura	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	8/15
Superficie specifica fibra	cm ² /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	da 1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	da 1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

12.3.3.3 Miscela

12.3.3.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo open graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.189.

Per migliorare la stabilità del mastice bituminoso la miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Gli strati di usura tipo open graded devono avere uno spessore di almeno 40 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 12.189.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

TABELLA 12.189 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TIPO OPEN GRADED

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	85 – 100
Staccio	4	20 – 35
Staccio	2	4 – 18
Staccio	0,5	4 – 11
Staccio	0,25	4 – 9
Staccio	0,125	4 – 7
Staccio	0,063	4 – 6
Percentuale di bitume		5,0% – 6,0%
Spessore (mm)		≥ 40

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo open graded sono riportate nella Tabella 12.190.

TABELLA 12.190 REQUISITI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TIPO OPEN GRADED STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	30 – 34
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	25 – 29
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 23
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,4
Coefficiente di trazione indiretta CTI ²¹ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 35
Sensibilità all'acqua ITSr a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

12.3.3.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e

21 Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.3.4 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.3.5 Esecuzione dei lavori

12.3.3.5.1 Confezionamento della miscela

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante modificato tra 160° C e 180° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

12.3.3.5.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso drenante e fonoassorbente va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre $> 2,5\%$), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale. Successivamente, in base alle caratteristiche del piano di posa, si procederà nei modi di seguito descritti:

qualora il tappeto di usura tipo open graded debba essere posizionato su di una vecchia pavimentazione fresata, in buone condizioni, senza fessurazioni, verrà stesa come impermeabilizzazione per la struttura sottostante, una membrana sottile realizzata con bitumi modificati tipo Hard spruzzati a caldo (temperatura $> 180^{\circ}\text{C}$) in ragione di $1,20 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$, mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo avrà le caratteristiche riportate in Tabella 12.187.

Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causata dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia basaltica prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m².

Nel caso in cui lo strato di usura tipo open graded debba essere realizzato su di una vecchia pavimentazione fresata ma fessurata, si metterà in opera una membrana rinforzata SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer). Essa permette di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, di impermeabilizzare la struttura esistente, di prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti e distribuire uniformemente le tensioni dovute al passaggio dei veicoli. La posa in opera della SAMI sarà preceduta dalla pulizia della superficie stradale allo scopo di eliminare polveri ed eventuali detriti dal piano viabile. Per realizzare la SAMI si procederà allo spargimento di bitume modificato tipo Hard a caldo (temperatura > 180°C) in ragione di 2,2 ± 0,2 kg/m², mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato avrà le caratteristiche riportate in Tabella 12.187. Successivamente si provvederà alla stesa immediata della graniglia, avente pezzatura di 8-12 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in

quantità di circa 20 l/m². Quest'ultima operazione sarà seguita dal passaggio di rullo gommato e successivamente della motospazzatrice per l'asporto della graniglia non bene ancorata alla membrana.

Nel caso in cui lo strato di usura tipo open graded debba essere realizzato su di una pavimentazione in conglomerato bituminoso in buone condizioni, la mano d'attacco impermeabilizzante verrà eseguita con la spruzzatura di una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime riportate in Tabella 12.191, effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di 1,5 ± 0,2 kg/m² e successiva granigliatura come descritto al primo punto.

Il legante a base di bitume impiegato per la preparazione della superficie di stesa dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.191 CARATTERISTICHE MINIME DI ACCETTAZIONE DELL'EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.3.3.5.3 Posa in opera della miscela

La posa in opera dei manti di usura tipo open graded viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 40 mm) con

un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie. Considerata la marcata rapidità di raffreddamento dei tappeti tipo open graded dipendente dalla elevata porosità degli spessori, va interdetta la stesa a temperatura ambientale inferiore a 8 °C.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Nel caso di tappeti tipo open graded e fonoassorbenti, per non ridurre la capacità drenante dello strato, è escluso il ricorso a mani d'attacco con legante bituminoso sul bordo freddo longitudinale della striscia realizzata in precedenza. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla finitrice.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.3.6 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo open graded e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

12.3.3.7 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.192.

TABELLA 12.192 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.187
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.184
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.185
Filler	Impianto	Tabella 12.186

12.3.3.7.1 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.193. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.3.3.3.

TABELLA 12.193 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

12.3.3.7.2 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.194.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.194 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto

Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.3.3.7.2.1) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.195. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 60. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,8 mm.

TABELLA 12.195 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 60
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS ≥ 0,8 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,30
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	SP ≥ 79 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata²²; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature

dovranno rispettare i valori limiti riportati in Tabella 12.195. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è

²² Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con le relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_P}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P}} - 2,1019 \cdot \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P} \right)} - 0,01589 \cdot \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_P = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 12.196.

TABELLA 12.196 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 43,5$
50,0	$\leq 44,5$
40,0	$\leq 45,5$
31,5	$\leq 46,5$
25,0	$\leq 47,5$
20,0	$\leq 48,5$
16,0	$\leq 49,5$
12,5	$\leq 50,5$
10,0	$\geq 46,5$
8,00	$\geq 46,5$
6,30	$\geq 46,0$
5,00	$\geq 45,0$
4,00	$\geq 44,0$
3,15	$\geq 43,0$
2,50	$\geq 42,5$
2,00	$\geq 42,5$

In sito dovrà essere misurata la capacità drenante con il permeametro portatile a colonna d'acqua secondo la norma francese AFNOR NF P 98-254-3 e con la frequenza riportata in Tabella 12.197. La capacità drenante misurata deve essere $\geq 4 \text{ dm}^3/\text{min}$.

TABELLA 12.197 CONTROLLO DELLA CAPACITÀ DRENANTE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Su tre postazioni	Capacità drenante $\geq 4 \text{ dm}^3/\text{min}$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 50. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 12.198, per almeno 5 delle 7 frequenze indicate.

TABELLA 12.198 CONTROLLO DELLE CAPACITÀ DI FONOASSORBIMENTO

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \geq 0,10$	$\alpha \geq 0,20$	$\alpha \geq 0,30$	$\alpha \geq 0,60$	$\alpha \geq 0,30$	$\alpha \geq 0,25$	$\alpha \geq 0,20$

12.3.3.7.2.1.1 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.3.7.2.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 12.3.3.5.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di B.P.N. o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 5% dell'importo dello strato per ogni unità di B.P.N. in meno o una detrazione del 5,5% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 50	F60=0,21
HS = 0,6 mm	Sp=57 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o Sp), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato.

Per valori della capacità drenante minori dei limiti previsti nella Tabella 12.197 verrà applicata una riduzione del 10% del prezzo comprensivo della mano d'attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 12.198.

12.3.3.7.2.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per **manto d'usura**, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.4 Manti di usura a tessitura ottimizzata realizzati con conglomerati bituminosi tipo dense graded

12.3.4.1 Generalità e definizioni

I manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded sono delle miscele di conglomerato bituminoso di tipo chiuso con caratteristiche granulometriche tali da ridurre, rispetto a manti di usura di tipo tradizionale, le emissioni sonore generate dal contatto ruota-pavimentazione. La riduzione del rumore da rotolamento è dovuta esclusivamente al particolare assortimento granulometrico, che consente di ottenere manti di usura con caratteristiche di tessitura tali da ridurre il rumore prodotto dai fenomeni di risonanza che si generano al contatto ruota-pavimentazione. Per questo motivo si parla di manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded.

12.3.4.2 Qualificazione dei materiali

12.3.4.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati costituiscono la fase solida dei manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.3.4.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La

designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.199. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

TABELLA 12.199 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO PER STRATI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	S_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV_{50}

12.3.4.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.200.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di $PSV \leq 50$.

TABELLA 12.200 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE PER STRATI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.3.4.2.1.3) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.201.

TABELLA 12.201 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V _{28/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ _{R&B} 8/16

12.3.4.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: le caratteristiche di tali bitumi sono riportate nella Tabella 12.202.

Per confezionare i conglomerati a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve essere utilizzato il bitume modificato di tipo Hard. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.202 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA HARD PER STRATI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 65	Classe 5
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm ²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2
Ulteriori richieste tecniche					

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 80	Classe 3
Stabilità stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	mm	≤ 9	Classe 2

12.3.4.2.3 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

12.3.4.2.3.1) Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle Tabella 12.199, Tabella 12.204. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

12.3.4.3 Miscela

12.3.4.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.203. La percentuale di legante totale, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Gli strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per questi strati sono riportate nella Tabella 12.204.

TABELLA 12.203 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 85
Staccio	2	40 – 55
Staccio	1	25 – 35
Staccio	0,5	15 – 23
Staccio	0,25	10 – 17

Staccio	0,125	6 – 12
Staccio	0,063	6 – 10
Percentuale di bitume	5,5% – 6,5%	
Spessore (mm)	≥ 30	

TABELLA 12.204 REQUISITI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 6
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ²³ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

12.3.4.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati,

23 Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.4.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso, dell'aggregato fine e del passante allo staccio UNI 0,063 mm purché compatibili con i limiti del fuso riportato in Tabella 12.203. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.4.4 Esecuzione dei lavori

12.3.4.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 160°C e 180°C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

12.3.4.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del manto di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre $> 2,5\%$), in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni

bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.205 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.206 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.205 e Tabella 12.206 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.205 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.206 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.3.4.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici; qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma può essere utilizzato anche un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.4.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.3.4.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.207.

TABELLA 12.207 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 15.276
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 15.273
Aggregato fine	Impianto	Tabella 15.274
Filler	Impianto	Tabella 15.275

12.3.4.5.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.208. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.3.4.3.

TABELLA 12.208 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

12.3.4.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.209.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.209 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.3.4.5.3.1) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.210. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 65. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,5 mm.

TABELLA 12.210 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 65
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS ≥ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,22
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S _p ≥ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata²⁴; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti

²⁴ Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_p}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 BFC \cdot e^{\frac{0,17V-60}{S_p}} - 2,1019 \left(\frac{HS-0,2}{0,8} \right) \right]$$

riportati in Tabella 12.210. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la

procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 12.211.

TABELLA 12.211 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 38,0$
50,0	$\leq 39,5$
40,0	$\leq 40,5$
31,5	$\leq 41,0$
25,0	$\leq 42,0$
20,0	$\leq 43,0$
16,0	$\leq 44,0$
12,5	$\leq 45,0$
10,0	$\leq 46,0$
8,00	$\leq 47,0$
6,30	$\leq 48,0$
5,00	$\geq 44,0$
4,00	$\geq 44,0$
3,15	$\geq 43,5$
2,50	$\geq 42,0$
2,00	$\geq 41,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 100. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17V-60}{SP}\right)} - 0,01589 \left(\frac{HS-0,2}{0,8}\right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_p = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 12.212.

TABELLA 12.212 CONTROLLO DELLE CAPACITÀ DI FONOASSORBIMENTO

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$

12.3.4.5.3.2) Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.4.5.3.2.1 Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 15.1.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di B.P.N. o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 5% dell'importo dello strato per ogni unità di B.P.N. in meno o una detrazione del 7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 55	F60=0,15
HS = 0,4 mm	Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o Sp), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 12.212.

12.3.4.5.3.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per **manto d'usura**, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato

del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.5 Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo dense graded contenenti argilla espansa

12.3.5.1 Generalità e definizioni

I manti di usura tipo dense graded con argilla espansa sono delle miscele di conglomerato bituminoso tradizionali in cui una parte dell'inerte è costituito da argilla espansa. L'impiego di questo materiale nella realizzazione dello strato superficiale della sovrastruttura consente di ottenere manti d'usura di tipo chiuso con caratteristiche superficiali tali con caratteristiche granulometriche tali da ridurre, rispetto a manti di usura di tipo tradizionale, le emissioni sonore generate dal contatto ruota-pavimentazione da migliorare le caratteristiche di aderenza e ridurre le emissioni di rumore da rotolamento rispetto ai manti di usura di tipo tradizionale chiusi confezionati con soli inerti naturali. Un tale miglioramento in termini di aderenza è dovuto alla elevata microrugosità superficiale che presentano le particelle di argilla espansa, mentre la riduzione delle emissioni sonore è dovuta esclusivamente alla forma sferica delle singole particelle di argilla espansa che consente di ottenere manti di usura con caratteristiche di tessitura tali da ridurre il rumore prodotto dai fenomeni di risonanza che si generano al contatto ruota-pavimentazione.

La composizione granulometrica della miscela deve essere studiata in volume e non in massa; ciò è essenziale, in fase di progettazione della miscela per considerare correttamente la differente massa volumica della componente litica e dell'argilla espansa.

12.3.5.2 Qualificazione dei materiali

12.3.5.2.1 Aggregati

La fase solida della miscela è costituita da argilla espansa e da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi

naturali, degli aggregati fini, del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto e da una percentuale in peso di argilla espansa pari al 25% del totale.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.3.5.2.1.1) Aggregato grosso naturale

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 12.213. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale

utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

TABELLA 12.213 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO NATURALE PER STRATI DI USURA TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	Sl_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV_{50}

12.3.5.2.1.2) Argilla espansa

L'argilla espansa di tipo "strutturale" deve rispondere alle caratteristiche riportate nella Tabella 12.214.

TABELLA 12.214 REQUISITI DELL'ARGILLA ESPANSA DI TIPO "STRUTTURALE" PER STRATI DI USURA TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA

Indicatori di qualità			VALORE
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Dimensione	(*)	mm	0 – 5
Resistenza allo frantumazione	UNI EN 13055-1	N/mm ²	$\geq 10,0$
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 62
(*) La dimensione non si riferisce al diametro in mm dei granuli di argilla espansa ma è una denominazione di carattere commerciale			

12.3.5.2.1.3) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.215. Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di $PSV \leq 50$.

TABELLA 12.215 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE PER STRATI DI USURA TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.3.5.2.1.4) Filler

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura tipo dense graded con argilla espansa deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 12.216.

TABELLA 12.216 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

12.3.5.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura tipo dense graded con argilla espansa vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: le caratteristiche di tali bitumi sono riportate nella Tabella 12.217.

Per confezionare i conglomerati tipo dense graded con argilla espansa deve essere utilizzato il bitume modificato di tipo Hard. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.217 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA HARD PER STRATI DI USURA TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 65	Classe 5
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2
Ulteriori richieste tecniche					
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 80	Classe 3
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9	Classe 2

12.3.5.3 Miscela

12.3.5.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati naturali di primo impiego e di argilla espansa da adottarsi per i manti di usura tipo dense graded con argilla espansa deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 12.218. La percentuale di legante e di argilla espansa, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Dalla granulometria eseguita sull'argilla espansa la percentuale di passante allo staccio UNI 8 mm deve essere uguale al 100% in peso; inoltre la percentuale di passante allo staccio UNI 2 mm deve essere inferiore od uguale al 40% in peso.

Gli strati di usura tipo dense graded con argilla espansa devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per questi strati sono riportate nella Tabella 12.219.

TABELLA 12.218 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %	Passante totale in volume %
Staccio	8	100	100
Staccio	6,3	90 – 100	90 – 100
Staccio	4	65 – 85	63 – 83
Staccio	2	40 – 55	34 – 49
Staccio	1	25 – 35	20 – 30
Staccio	0,5	15 – 23	10 – 18
Staccio	0,25	10 – 17	7 – 14

Staccio	0,125	6 – 12	4 – 10
Staccio	0,063	6 – 10	4 – 8
Percentuale di argilla espansa	25%		
Percentuale di bitume	7,5% – 8,5%		
Spessore (mm)	≥ 30		

TABELLA 12.219 REQUISITI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA TIPO DENSE GRADED CON ARGILLA ESPANSA STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	14 – 18
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	5 – 8
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ²⁵ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _g		
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

12.3.5.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.5.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm

25 Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

di $\pm 1,5$ punti percentuali.. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.5.4 Esecuzione dei lavori

12.3.5.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati naturali all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo $0,25\%$ in peso, mentre quella dell'argilla espansa non deve superare il 7% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 160°C e 180°C .

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

12.3.5.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del manto di usura tipo dense graded con argilla espansa è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre $> 2,5\%$), in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di $1,8\text{ mm/m}$ e di $2,0\text{ mm/m}$, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm . Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 12.220 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,30\text{ kg/m}^2$. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 12.221 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a $0,35\text{ kg/m}^2$.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 12.220 e Tabella 12.221 per ciascun tipo di emulsione.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.220 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 12.221 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.3.5.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del

conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

La posa in opera della miscela deve avvenire entro 3 ore dalla miscelazione del materiale all'impianto di confezionamento.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici; qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma può essere utilizzato anche un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t.

Al termine della compattazione la massa volumica della miscela in sito non dovrà essere inferiore al 98% della D_G della miscela di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.5.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo dense graded con argilla espansa e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

12.3.5.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari, costituiti da aggregati naturali di primo impiego e da argilla espansa, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.222.

TABELLA 12.222 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.217
Aggregato grosso naturale	Impianto	Tabella 12.213
Argilla espansa	Impianto	Tabella 12.214
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.215
Filler	Impianto	Tabella 12.216

12.3.5.5.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in

Tabella 12.223. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.3.5.3.

TABELLA 12.223 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

12.3.5.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.224.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La massa volumica della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere inferiore al 98% della D_G della miscela di progetto.

TABELLA 12.224 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto

Massa volumica in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≥ 98% della D _G della miscela di progetto

12.3.5.5.3.1) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.225. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 65. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,5 mm.

TABELLA 12.225 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 65
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS ≥ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,22
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S _p ≥ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata²⁶; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti

²⁶ Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_P}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 BFC \cdot e^{\frac{0,17V-60}{S_P}} - 2,1019 \left(\frac{HS-0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P} \right)} - 0,01589 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

riportati in Tabella 12.225. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le

tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 12.226.

TABELLA 12.226 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 35,5$
50,0	$\leq 36,5$
40,0	$\leq 37,5$
31,5	$\leq 38,5$
25,0	$\leq 39,5$
20,0	$\leq 40,5$
16,0	$\leq 41,0$
12,5	$\leq 42,0$
10,0	$\leq 43,0$
8,00	$\leq 43,5$
6,30	$\leq 44,5$
5,00	$\geq 40,5$
4,00	$\geq 40,5$
3,15	$\geq 40,0$
2,50	$\geq 39,5$
2,00	$\geq 39,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 100. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 12.227, per almeno 5 delle 7 frequenze indicate.

TABELLA 12.227 CONTROLLO DELLE CAPACITÀ DI FONOASSORBIMENTO

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_p = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \geq 0,15$	$\alpha \geq 0,25$	$\alpha \geq 0,35$	$\alpha \geq 0,30$	$\alpha \geq 0,15$	$\alpha \geq 0,15$	$\alpha \geq 0,20$

12.3.5.5.3.1.1 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.5.5.3.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per valori della massa volumica inferiori a quelli previsti al 12.3.5.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di massa volumica inferiore al 98% della D_G fino ad un valore minimo del 94% della D_G ; valori della massa volumica inferiori al 94% della D_G comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione dell'5% dell'importo dello strato per ogni unità di B.P.N. in meno o una detrazione del 7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate con riferimento alla larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o S_p , come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 55	F60=0,15
HS = 0,4 mm	Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o S_p), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 12.227.

12.3.5.5.3.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per *manto d'usura*, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.6 Manti di usura speciali tipo microtappeto

12.3.6.1 Generalità e definizioni

I manti di usura tipo microtappeto fanno parte di quella tipologia di conglomerati bituminosi detti di *nuova generazione*, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali a bassa emissione sonora, sono delle miscele tipo open graded che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottimizzare le prestazioni acustiche senza pregiudicare la durabilità, la stabilità e la sicurezza della circolazione.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

Il microtappeto si utilizza per realizzare manti di usura dello spessore compreso tra 20 – 25 mm, caratterizzati da una elevata rugosità superficiale, parzialmente drenanti e fonoassorbenti.

12.3.6.2 Qualificazione dei materiali

12.3.6.2.1 Aggregati

La fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo microtappeto è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fine o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.3.6.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa (preferibilmente basaltica), aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella Tabella 12.228.

Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

TABELLA 12.228 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	S_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV_{50}

12.3.6.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.229.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di $PSV \leq 50$.

TABELLA 12.229 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.3.6.2.1.3) Filler

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo micro tappeto deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 12.230.

TABELLA 12.230 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

12.3.6.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura tipo microtappeto vengono confezionati con bitumi modificati cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche: le caratteristiche di tali bitumi sono riportate nella Tabella 12.231.

Per confezionare i manti di usura tipo microtappeto deve essere utilizzato il bitume modificato di tipo Hard. Il rapporto filler – bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.231 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA HARD PER MANTI DI USURA TIPO MICROTAPPETO

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	mm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 70	Classe 4
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2
Ulteriori richieste tecniche					
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 85	Classe 2
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	mm	≤ 9	Classe 2

12.3.6.2.3 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

Le fibre minerali sono degli additivi che nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+bitume) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Esse possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc.: devono possedere i requisiti indicati in Tabella 12.232.

TABELLA 12.232 REQUISITI DELLE FIBRE MINERALI

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità di misura	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	8/15
Superficie specifica fibra	cm ² /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	da 1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	da 1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

12.3.6.3 Miscela

12.3.6.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo microtappeto deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.233.

Per migliorare la stabilità del mastice bituminoso la miscela deve essere additivata, mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Gli strati di usura tipo microtappeto devono avere uno spessore compreso tra 20 – 25 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 12.233.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

TABELLA 12.233 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TIPO MICROTAPPETO

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	80 – 100
Staccio	4	53 – 67
Staccio	2	20 – 33
Staccio	0,5	8 – 16
Staccio	0,25	6 – 12
Staccio	0,125	5 – 11
Staccio	0,063	4 – 9
Percentuale di bitume		5,0% – 6,0%
Spessore (mm)		20 – 25

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo microtappeto sono riportate nella Tabella 12.234.

TABELLA 12.234 REQUISITI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI BITUMINOSI TIPO MICROTAPPETO STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	23 – 27
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	17 – 21
Vuoti a 130 rotazioni(*)	%	≥ 14

Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,5
Coefficiente di trazione indiretta CTI ²⁷ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8 (**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _g (***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

12.3.6.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.6.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di ± 1,5 punti percentuali.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25%.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.6.4 Esecuzione dei lavori

12.3.6.4.1 Confezionamento della miscela

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati.

27

Coefficiente di trazione indiretta:

$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante modificato tra 160° C e 180° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

12.3.6.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del manto di usura microtappeto va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale. Successivamente, in base alle caratteristiche del piano di posa, si procederà nei modi di seguito descritti:

qualora il tappeto di usura tipo microtappeto debba essere posizionato su di una vecchia pavimentazione fresata, in buone condizioni, senza fessurazioni, verrà stesa come impermeabilizzazione per la struttura sottostante, una membrana sottile realizzata con bitumi modificati tipo Hard spruzzati a caldo (temperatura > 180°C) in ragione di $1,00 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$, mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo avrà le caratteristiche riportate in Tabella 12.231. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causata dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia basaltica prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m².

Nel caso in cui lo strato di usura tipo microtappeto debba essere realizzato su di una vecchia pavimentazione fresata ma fessurata, si metterà in opera una membrana rinforzata SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer). Essa permette di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, di impermeabilizzare la struttura esistente, di prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti e distribuire uniformemente le tensioni dovute al passaggio dei veicoli. La posa in opera della SAMI sarà preceduta dalla pulizia della superficie stradale allo scopo di eliminare polveri ed eventuali detriti dal piano viabile. Per realizzare la SAMI si procederà allo spargimento di bitume modificato tipo Hard a caldo (temperatura > 180°C) in ragione di $2,2 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$, mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato avrà le caratteristiche riportate in Tabella 12.231. Successivamente si provvederà alla stesa immediata della graniglia, avente pezzatura di 8-12 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in quantità di circa 20 l/m². Quest'ultima operazione sarà seguita dal passaggio di rullo gommato e successivamente della motospazzatrice per l'asporto della graniglia non bene ancorata alla membrana.

Nel caso in cui lo strato di usura tipo microtappeto debba essere realizzato su di una pavimentazione in conglomerato bituminoso in buone condizioni, la mano d'attacco impermeabilizzante verrà eseguita con la spruzzatura di una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime riportate in Tabella 12.235, effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di $1,5 \pm 0,2 \text{ kg/m}^2$ e successiva granigliatura come descritto al primo punto.

Il legante a base di bitume impiegato per la preparazione della superficie di stesa dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.235 CARATTERISTICHE MINIME DI ACCETTAZIONE DELL'EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.3.6.4.3 Posa in opera della miscela

La posa in opera dei manti di usura tipo microtappeto viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore compreso tra 20 – 25 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie. Considerata la marcata rapidità di raffreddamento dei tappeti tipo open graded dipendente dalla elevata porosità degli spessori, va interdetta la stesa a temperatura ambientale inferiore a 8 °C.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Nel caso di tappeti tipo microtappeto, per non ridurre la capacità drenante dello strato, è escluso il ricorso a mani d'attacco con legante bituminoso sul bordo freddo longitudinale della striscia realizzata in precedenza. Eccezionalmente si può riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla finitrice.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 10t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.6.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo microtappeto e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

12.3.6.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.236.

TABELLA 12.236 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.231
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.228
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.229
Filler	Impianto	Tabella 12.230

12.3.6.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.237. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.3.6.3.

TABELLA 12.237 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della

sfuso		miscela

12.3.6.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.238.

Sulle carote verranno determinati:

lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);

la massa volumica;

la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.238 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.3.6.5.3.1) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.239. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 60. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,8 mm.

TABELLA 12.239 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 65
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS ≥ 0,7 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,29
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	SP ≥ 68 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata²⁸; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti

²⁸ Nel caso di misure di BFC eseguite con skidometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_P}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P}} - 2,1019 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

riportati in Tabella 12.239. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una

distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 12.240.

TABELLA 12.240 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 42,0$
50,0	$\leq 43,0$
40,0	$\leq 44,0$
31,5	$\leq 45,0$
25,0	$\leq 46,0$
20,0	$\leq 47,0$
16,0	$\leq 48,0$
12,5	$\leq 49,0$
10,0	$\leq 50,0$
8,00	$\leq 50,5$
6,30	$\geq 46,5$
5,00	$\geq 46,5$
4,00	$\geq 45,5$
3,15	$\geq 45,0$
2,50	$\geq 44,0$
2,00	$\geq 44,0$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P}\right)} - 0,01589 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8}\right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_P = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

In sito dovrà essere misurata la capacità drenante con il permeametro portatile a colonna d'acqua secondo la norma francese AFNOR NF P 98-254-3 e con la frequenza riportata in Tabella 12.197. La capacità drenante misurata deve essere $\geq 2 \text{ dm}^3/\text{min}$.

TABELLA 12.241 CONTROLLO DELLA CAPACITÀ DRENANTE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Su tre postazioni	Capacità drenante $\geq 2 \text{ dm}^3/\text{min}$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 50. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 12.242, per almeno 5 delle 7 frequenze indicate.

TABELLA 12.242 CONTROLLO DELLE CAPACITÀ DI FONOASSORBIMENTO

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \geq 0,10$	$\alpha \geq 0,20$	$\alpha \geq 0,20$	$\alpha \geq 0,15$	$\alpha \geq 0,10$	$\alpha \geq 0,10$	$\alpha \geq 0,20$

12.3.6.5.3.1.1 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;

inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.6.5.3.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 12.3.5.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di B.P.N. o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione del 5% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

- BPN = 55 F60=0,19
- HS = 0,5 mm Sp=45 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o Sp), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato.

Per valori della capacità drenante minori dei limiti previsti nella Tabella 12.241 verrà applicata una riduzione del 10% del prezzo comprensivo della mano d'attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 12.242.

12.3.6.5.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per *manto d'usura*, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.3.7 Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded confezionati con bitumi modificati mediante l'aggiunta di polimeri sbr/nr secondo processo wet

12.3.7.1 Generalità e definizioni

I manti di usura tipo gap graded fanno parte di quella tipologia di conglomerati bituminosi detti di nuova generazione, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali, sono delle miscele che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottenere buone prestazioni in termini di durabilità, prestazioni meccaniche e sicurezza stradale.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

I conglomerati gap graded additivati con polimeri SBR/NR sono tappeti di usura antisdrucciolo, aventi spessori in opera di almeno 30 mm, costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastata a caldo in appositi impianti con bitume modificato con polimeri SBR/NR. Il legante impiegato per il confezionamento della miscela consiste in un bitume modificato con polimero di gomma riciclata di pneumatici

fuori uso, incorporata nel bitume tramite processo wet. Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, è stato studiato per migliorare l'aderenza e impermeabilizzare la struttura sottostante.

12.3.7.2 Qualificazione dei materiali

12.3.7.2.1 Aggregati

La fase solida dei conglomerati per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

12.3.7.2.1.1) Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa (preferibilmente basaltica), aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella Tabella 12.243. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 50 .

TABELLA 12.243 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	Sl_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV_{50}

12.3.7.2.1.2) Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 12.244.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≤ 50 .

TABELLA 12.244 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

12.3.7.2.1.3) Filler

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 12.245.

TABELLA 12.245 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

12.3.7.2.2 Legante

Il legante impiegato per il confezionamento di miscele tipo gap graded additivate con polimeri SBR/NR consiste in un bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatici fuori uso, incorporato nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

12.3.7.2.2.1) Bitume base

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento ≥ 50°C.

12.3.7.2.2.2) Additivo polimerico SBR/NR

L'additivo polimerico di tipo SBR/NR deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;

assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;

dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di $1,15 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$;

quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;

contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione.

La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella 12.246.

TABELLA 12.246 REQUISITI GRANULOMETRICI ADDITIVO POLIMERICO SBR/NR

Serie stacci ISO 3310 serie R20 (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	1,25	Staccio
Staccio	0,800	Staccio
Staccio	0,630	Staccio
Staccio	0,400	Staccio

Staccio	0,250	Staccio
Staccio	0,063	Staccio

12.3.7.2.2.3) Bitume modificato

Le proprietà del bitume modificato utilizzato per il confezionamento di manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR sono riportate nella Tabella 12.247. La determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legante modificato deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione.

TABELLA 12.247 REQUISITI DEL BITUME MODIFICATO PER MANTI DI USURA TIPO GAP GRADED ADDITIVATI CON POLIMERI SBR/NR

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dm	25 - 55	Classe 3
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 50	Classe 8
Force Ductility Test a 5°C		UNI EN 13589UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 2
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 45	Classe 4
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 12	Classe 4
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -7	Classe 4
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 60	Classe 4
Ulteriori richieste tecniche					
Stabilità allo stoccaggio	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
UNI EN 13399	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dm	≤ 9	Classe 2

12.3.7.2.3 Additivi

È escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi per il confezionamento di manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR.

12.3.7.3 Miscela

12.3.7.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 12.248.

Gli strati di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La percentuale di bitume, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 12.248.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

TABELLA 12.248 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI TIPO GAP GRADED ADDITIVATI CON POLIMERI SBR/NR

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	40 – 50
Staccio	2	19 – 29
Staccio	0,5	11 – 19
Staccio	0,25	8 – 16
Staccio	0,125	7 – 13
Staccio	0,063	7 – 11
Percentuale di bitume		8% – 9%
Spessore (mm)		≥ 30

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR sono riportate nella Tabella 12.249.

TABELLA 12.249 REQUISITI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI TIPO GAP GRADED ADDITIVATI CON POLIMERI SBR/NR STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	3 – 6
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,7
Coefficiente di trazione indiretta CTI ²⁹ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

12.3.7.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

29

Coefficiente di trazione indiretta:

$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

12.3.7.3.2.1) Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di ± 2 punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di $\pm 1,5$ punti percentuali.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

12.3.7.4 Esecuzione dei lavori

12.3.7.4.1 Confezionamento della miscela

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo polimerico.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia

degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante modificato tra 170° C e 190° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

12.3.7.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre $> 2,5\%$), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

Prima di iniziare la stesa dei manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR è necessario stendere una adeguata mano d'attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente e prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti.

La mano d'attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di 0,5 Kg/m² mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo (temperatura > 180°C) avrà le caratteristiche riportate nella Tabella 12.250. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causata dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4-8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m². In casi particolari o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano d'attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dalla Tabella 12.251 stesa mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di 0,7 Kg/m² e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 12.250 REQUISITI DEI BITUMI CON MODIFICA HARD PER MANI DI ATTACCO

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 65	Classe 5
Force Ductility Test a 10°C		UNI EN 13589 UNI EN 13703	J/cm²	≥ 3	Classe 7
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	Classe 7
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 8	Classe 2
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 250	Classe 2
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -15	Classe 7
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 80	Classe 2
Ulteriori richieste tecniche					
Intervallo di elastoplasticità		UNI EN 14023	°C	≥ 80	Classe 3
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9	Classe 2

TABELLA 12.251 CARATTERISTICHE MINIME DI ACCETTAZIONE DELL'EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

12.3.7.4.3 Posa in opera della miscela

La posa in opera dei manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo di 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 170° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

12.3.7.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura tipo gap graded additivati con polimeri SBR/NR e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

12.3.7.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 12.252.

TABELLA 12.252 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Bitume	Cisterna	Tabella 12.247
Additivo polimerico SBR/NR	Impianto	Tabella 12.246
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 12.243
Aggregato fine	Impianto	Tabella 12.244
Filler	Impianto	Tabella 12.245

12.3.7.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 12.253. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 12.3.7.3.

TABELLA 12.253 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

12.3.7.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 12.254.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 12.254 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 5000 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

12.3.7.5.3.1) Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 12.255. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 70. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,5 mm.

TABELLA 12.255 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 70
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS ≥ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,23
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S _p ≥ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata³⁰; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti

³⁰ Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con le relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

riportati in Tabella 12.255. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 12.256.

TABELLA 12.256 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 39,0$
50,0	$\leq 40,0$
40,0	$\leq 41,0$
31,5	$\leq 42,0$
25,0	$\leq 43,0$
20,0	$\leq 44,0$
16,0	$\leq 44,5$
12,5	$\leq 45,5$
10,0	$\leq 46,0$
8,00	$\geq 42,5$
6,30	$\geq 42,0$
5,00	$\geq 41,5$
4,00	$\geq 41,5$

$$BPN = e^{\frac{50}{S_P}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P}} - 2,1019 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P} \right)} - 0,01589 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_P = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
3,15	$\geq 41,0$
2,50	$\geq 40,5$
2,00	$\geq 40,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 50. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le capacità di fonoassorbimento mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in Tabella 12.257.

TABELLA 12.257 CONTROLLO DELLE CAPACITÀ DI FONOASSORBIMENTO

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$	$\alpha \leq 0,10$

12.3.7.5.3.1.1 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

12.3.7.5.3.2) Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 12.3.7.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione del 7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate con riferimento alla larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotessitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 60	F60=0,16
HS = 0,4 mm	Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o S_p), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico riportati in Tabella 12.257.

12.3.7.5.3.3) Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per *manto d'usura*, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti. Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

12.4 CHIUSINI TOMBINI E GRIGLIE

Al termine dei lavori di rifacimento del tappeto d'usura, i pozzetti le griglie ed i tombini esistenti o di nuova installazione, dovranno risultare complanari al piano viario nel rispetto delle quote della pavimentazione e delle pendenze necessarie al corretto deflusso delle acque meteoriche.

Qualora la corretta stesa del tappeto di usura nel rispetto delle pendenze di progetto e della complanarità del piano viario non permettano il rispetto delle precedenti condizioni, sarà onere dell'impresa provvedere al riposizionamento in quota delle griglie e dei chiusini.

Sarà applicata una penale di importo pari a € 300,00 (euro trecento) per ogni chiuso o griglia lasciata nei seguenti condizioni:

1. chiuso o griglia ricoperta dalla pavimentazione;
2. chiuso o griglia la cui quota di posa differisca dalla quota del piano viario di oltre 1,00 cm (valutando tale valore come la media di quattro misurazioni effettuate con regolo in due direzioni ortogonali, per ogni chiuso/griglia; le singole misurazioni non devono eccedere il valore di 1,5 cm).

Qualora in corso di esecuzione si riscontrino casi particolari, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare alle prescrizioni previste, nel rispetto delle condizioni di sicurezza.

ARTICOLO 13. TRATTAMENTI BITUMINOSI A FREDDO

I trattamenti bituminosi a freddo consistono in interventi sulle pavimentazioni stradali eseguiti con l'impiego di emulsioni bituminose. Nel presente articolo sono trattate alcune delle lavorazioni più diffuse rappresentate da: trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo e microtappeti a freddo (slurry seals).

13.1 TRATTAMENTI SUPERFICIALI DI IRRUVIDIMENTO A FREDDO

13.1.1 Generalità e definizioni

I trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo sono interventi finalizzati al miglioramento dell'aderenza e dell'impermeabilità della superficie stradale. Essi possono essere impiegati su strade con velocità di progetto media o bassa e nei tratti non soggetti ad azioni tangenziali particolarmente gravose.

Schematicamente si realizzano mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa seguita dalla stesa di aggregati lapidei di ricoprimento, secondo dosaggi prestabiliti. A seconda che tale procedimento si ripeta una ovvero due volte si parlerà rispettivamente di trattamenti superficiali di irruvidimento monostrato oppure bistrato.

13.1.2 Qualificazione dei materiali

13.1.2.1 Aggregati

Gli aggregati devono essere puliti, esenti da parti fini (< 1 mm) o da materiali estranei. Sono costituiti da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, raggruppabili in classi d/D la cui granulometria deve rientrare nei limiti indicati in Tabella 13.258. Per gli aggregati è consentito l'impiego di classi diverse, in alternativa a quelle riportate in Tabella 13.258, purché di dimensioni prossime, fermi restando i criteri che fissano i requisiti granulometrici di accettazione. Le caratteristiche fisiche, geometriche e meccaniche devono essere tali da garantire elevata resistenza all'urto e all'abrasione, oltre che evitare l'insorgere prematuro di indesiderati fenomeni di levigatura sotto l'azione dei pneumatici. In Tabella 13.259 sono indicate le specifiche richieste suddivise in funzione del volume di traffico.

TABELLA 13.258 REQUISITI GRANULOMETRICI DEGLI AGGREGATI

TABELLA 15/250 REQUISITI GRANULOMETRICI DEGLI AGGREGATI					
classificazione	classe "d/D" (mm)	% trattenuto "D"	% passante "d"	% passante 0.5 mm	% passante 0.05 mm
pietrischetto	12/16	≤ 10 (°)	≤ 10 (°)	≤ 0.5	≤ 0.05
pietrischetto	8/12				
graniglia	6/10				
graniglia	4/6				
graniglia	2/4 (*)				
Le dimensioni d,D sono riferite alle aperture di setacci a maglie quadre (°) la somma della frazione % maggiore di "D" e minore di "d" deve comunque essere inferiore al 15% (*) classe utilizzata in ambito urbano					

TABELLA 13.259 REQUISITI FISICO-MECCANICI DEGLI AGGREGATI LAPIDEI

Caratteristiche Aggregati lapidei	normativa di riferimento	Traffico nei due sensi		
		PP	M e P	L
Los Angeles (*)	UNI EN 1097/2	≤ 18	≤ 20	≤ 25
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097/1	≤ 12	≤ 15	≤ 20
CLA	UNI EN 1097/8	≥ 45	≥ 44	≥ 42
Spogliamento	UNI EN 12697/11	0	0	0
Sensibilità al gelo (%)	UNI EN 1367/1	≤ 20	≤ 20	≤ 20

Indice di appiattimento	UNI EN 933/3,4	≤ 15	≤ 20	≤ 20
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.				
(^) in zone considerate soggette a gelo				

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

13.1.2.2 Legante

L'emulsione bituminosa deve essere caratterizzata da elevato contenuto di bitume, rapida velocità di rottura ed elevata viscosità; in considerazione delle prestazioni richieste tale emulsione deve essere modificata con polimeri avente le proprietà riportate in

Tabella 13.260.

TABELLA 13.260 REQUISITI DELL'EMULSIONE BITUMINOSA

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	UNI EN 1430		Positiva
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	70±1
Flussante (%)	UNI EN 1431	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	UNI EN 12846	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	UNI EN 1430	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

13.1.3 Composizione dei trattamenti

13.1.3.1 Monostrato

Per l'esecuzione di un trattamento monostrato a singola granigliatura possono essere utilizzate le classi di graniglia 2/4 (per interventi in ambito urbano), 4/6 e 6/10 per gli altri ambiti.

13.1.3.2 Bistrato

Il trattamento superficiale bistrato a doppia granigliatura può utilizzare come aggregati di ricoprimento le classi granulometriche 8/12 + 4/6, 6/10 + 2/4, 8/12 + 4/6.

13.1.3.3 Dosaggi

I dosaggi di graniglia e di emulsione bituminosa per unità di superficie variano in funzione del tipo di trattamento da realizzare e delle classi granulometriche degli aggregati, secondo i valori orientativi riportati in Tabella 13.261.

TABELLA 13.261 DOSAGGI DI GRANIGLIA ED EMULSIONE BITUMINOSA

Tipo di trattamento	Aggregati		Emulsione
	classe "d/D"	dosaggio (litri/m²)	Dosaggio (Kg/m²)
monostrato	4/6	6.0 ÷ 7.0	1.30
monogranigliatura	6/10	8.0 ÷ 10.0	1.50
bistrato	I° strato: 6/10	8.0 ÷ 9.0	1.40

doppia granigliatura	II° strato: 2/4	5.0 ÷ 6.0	1.10
	I° strato: 8/12	9.0 ÷ 10.0	1.50
	II° strato: 4/6	6.0 ÷ 7.0	1.40

I quantitativi indicati in Tabella 13.261 potranno essere variati dalla Direzione Lavori, senza che l'Impresa possa avanzare richieste di maggiori compensi, in funzione dello spessore medio dello strato considerato e delle caratteristiche di appiattimento degli aggregati impiegati. Tale dosaggio deve inoltre tenere conto del volume di traffico previsto, del clima e delle caratteristiche superficiali della pavimentazione esistente; in particolare per superfici lisce ricche di bitume potrà essere prevista una riduzione di detto dosaggio che potrà invece essere aumentato nel caso di superfici rugose, povere di bitume ed eventualmente parzialmente porose. Anche in questo caso sarà compito della Direzione Lavori stabilire il corretto quantitativo di legante, in funzione delle specifiche condizioni, senza che l'Impresa abbia diritto a maggiori compensi.

Ai fini dell'accettazione dei materiali, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del trattamento superficiale tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

In alcuni casi, per interventi di particolare importanza, i dosaggi devono essere verificati ed adattati alle specifiche circostanze mediante prove preliminari in vera grandezza predisponendo studi di tipo prestazionale.

13.1.4 Esecuzione dei lavori

13.1.4.1 Attrezzature di cantiere

Per l'esecuzione dei trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo, l'attrezzatura essenziale di cantiere è costituita dai mezzi meccanici elencati di seguito:

- **motospazzatrice:** deve essere di tipo semovente tale da garantire la rotazione e la perfetta funzionalità delle spazzole (non metalliche);
- **cisterna spruzzatrice:** deve essere di tipo semovente con dispositivo autonomo di riscaldamento e munita di pompa per l'alimentazione della rampa di spruzzaggio del legante. Quest'ultima deve assicurare l'uniforme distribuzione (sia in senso longitudinale che trasversale) del legante sulla superficie stradale secondo la quantità prestabilita, con accurato controllo del dosaggio;
- **spandigraniglia:** è costituita, nel più semplice dei casi da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla parte terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro. La spandigraniglia può essere anche rimorchiata con altezza dei pettini tale da risultare molto vicini a terra (max 30 cm.). In ogni caso la granigliatrice deve essere in grado di assicurare la distribuzione degli aggregati in maniera uniforme e continua secondo le quantità di pietrischetto o graniglie prestabilite;
- **rulli:** possono essere metallici e/o gommati. Il tipo a ruote multiple gommate con battistrada liscio deve essere in grado di esercitare una pressione non inferiore a 0.6 N/mm². I rulli metallici devono essere vibranti e dotati di cilindri rivestiti di gomma allo scopo di evitare lo schiacciamento del granulato. In alternativa alla cisterna spruzzatrice e alla spandigraniglia, è raccomandato l'utilizzo di apposite macchine polivalenti in grado di effettuare simultaneamente la stesa dell'emulsione bituminosa e della graniglia favorendo un migliore rivestimento dei granuli da parte del legante.

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

13.1.4.2 Preparazione delle superfici di stesa

La pavimentazione esistente deve presentare una superficie priva di degradazioni significative (es. ormaie, avvallamenti e fessurazioni estese) tali da compromettere l'efficacia del trattamento. Eventuali fessure longitudinali o di giunto dovranno essere sigillate preventivamente in modo da predisporre un manto stradale continuo per uniformare il dosaggio di legante.

Nel caso che la superficie si presenti eccessivamente sporca, la Direzione Lavori ha la facoltà di ordinare all'Impresa interventi di pulizia senza che ne derivino compensi aggiuntivi.

13.1.4.3 Posa in opera

L'esecuzione del trattamento non deve essere effettuata se la temperatura superficiale della pavimentazione risulta inferiore a 10°C, se la temperatura dell'aria è minore di 10°C, in caso di pioggia oppure di strada bagnata.

L'intervento ha inizio con la spruzzatura dell'emulsione secondo il dosaggio prestabilito.

Durante la stesa dell'emulsione deve essere controllata la ripartizione del legante trasversalmente alla strada; la cisterna spruzzatrice deve inoltre assicurare ovunque l'uniformità di dosaggio. Eventuali giunti longitudinali non devono essere ubicati nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli. La larghezza della striscia spruzzata deve essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandigraniglia la quale deve seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 m.

La rullatura deve avvenire alla stessa distanza dalla spandigraniglia eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di 2/3 Km/h per le prime tre passate e di 8/10 Km/h per le rimanenti.

Nel caso di trattamenti monostrato l'esecuzione termina con la rimozione dell'aggregato in eccesso mediante apposita spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo circa due ore e non oltre tre ore dal termine delle operazioni di rullatura ovvero dopo le prime 24 ore di apertura al traffico veicolare a velocità limitata.

Per i trattamenti bistrato, l'applicazione della seconda mano di legante non deve causare sovrapposizioni dei "giunti" longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di stesa devono essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Seguirà la seconda stesa degli aggregati mediante spandigraniglia che deve passare sugli inerti stesi in modo da non asportare il legante fresco. Successivamente si deve effettuare una rullatura analoga a quella descritta per la compattazione del primo strato eseguendo un numero di passate di norma non inferiore a 5 con una velocità di 2/3 Km/h per le prime tre e di 8/10 Km/h per le rimanenti.

Anche in questo caso al termine dell'esecuzione del trattamento si deve provvedere alla rimozione dell'aggregato in eccesso mediante apposita spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo circa due ore e non oltre tre ore dal termine delle operazioni di rullatura ovvero dopo le prime 24 ore di apertura al traffico veicolare a velocità limitata.

In ogni caso si deve garantire che al termine della giornata lavorativa, sulla superficie di intervento sia stato eseguito anche il secondo strato.

Nel caso di cantieri ad elevato rendimento (superiori a 10.000 m²/giorno) è indispensabile la presenza di due compattatori. Anche nel caso dei trattamenti bistrato, una volta eseguita la rullatura della seconda granigliatura, occorre eliminare gli aggregati di rigetto mediante una spazzatrice aspirante, con potenza opportunamente dosata, dopo circa due ore e non oltre tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

L'apertura al traffico, al termine dell'esecuzione del trattamento superficiale, deve prevedere la limitazione della velocità dei veicoli a 60 Km/h per le strade più importanti, e a 30 Km/h per quelle secondarie, per un periodo di almeno 24 ore.

A seconda delle condizioni riscontrate dopo questo primo giorno di traffico la Direzione Lavori si riserva la facoltà di far passare la spazzatrice per eliminare ulteriormente il rigetto.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; in caso di pioggia successiva alla stesa la strada non deve essere riaperta al traffico.

13.1.5 Controlli

Il controllo della qualità dei trattamenti superficiali di irruvidimento a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

13.1.5.1 Controllo delle forniture

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riassunti nella Tabella 13.262.

Nel caso di prove o prelievi in sito, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza massima di 1 km).

13.1.5.2 Controllo delle miscele prelevate in fase di posa in opera

La verifica di qualità dell'emulsione bituminosa e degli aggregati lapidei posti in opera deve avvenire con frequenza giornaliera oppure ogni 10.000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera ogni 2000 m² di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso i quantitativi impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto e confermati dalla Direzione Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$ per il legante e $\pm 10\%$ per gli aggregati. Differenze superiori saranno in ogni caso penalizzate con una riduzione del 15 % del compenso.

TABELLA 13.262 CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
emulsione bituminosa	Cisterna	Settimanale oppure ogni 50000 m ² di stesa	Tabella 13.260
Aggregato	deposito di stoccaggio	Settimanale oppure ogni 50000 m ² di stesa	Tabella 13.258 e Tabella 13.259
emulsione bituminosa	autobotte spruzzatrice	giornaliero oppure ogni 10000 m ² di stesa	Tabella 13.260
Aggregato	tramoggia spandigraniglia	giornaliero oppure ogni 10000 m ² di stesa	Tabella 13.258 e Tabella 13.259
dosaggio legante	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di stesa	$\pm 5\%$ del valore risultante dallo studio del trattamento
dosaggio aggregati	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di stesa	$\pm 10\%$ del valore risultante dallo studio del trattamento
aderenza	Pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (BPN)	BPN ≥ 65 (media/50 m)
macrorugosità	Pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (HS)	HS $\geq 0,7$ mm (media/50 m)

13.1.5.3 Controlli prestazionali sugli strati finiti

La resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number) maggiori o uguali a 65. Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,65. In alternativa, possono essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992).

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia UNI EN 933/8, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm. Misure eventualmente eseguite con apparecchiature ad alto rendimento devono essere riferite all'altezza di sabbia (HS) con apposite relazioni.

Le misure di aderenza e macrotessitura devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico con un "passo di misura" di 10 m. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Qualora il valore medio di BPN o di HS (o di parametri equivalenti), per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") sia inferiore ai valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del trattamento e al rifacimento dello stesso.

Il controllo visivo dello strato finito deve avvenire tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico della strada secondo un criterio che prevede la suddivisione del trattamento in maglie di superficie Sm lunghe 100 m aventi larghezza pari a quella di una corsia.

13.1.5.4 Controllo visivo

L'aspetto visivo della generica maglia si valuta determinando il rapporto tra la somma ponderata della superficie degradata S_d e quella della maglia di riferimento S_m . In particolare il calcolo di S_d è dato dalla seguente espressione:

$$S_d = S_r + 0.5 S_p + S_{pl}$$

in cui: S_r = superficie che presenta trasudamenti di legante

S_p = superficie che presenta asportazione di elementi lapidei

S_{pl} = superficie che presenta asportazione a placche del trattamento

I livelli qualitativi per l'aspetto visivo e le relative penali da applicare al trattamento eseguito sono riportate in Tabella 13.263.

TABELLA 13.263 LIVELLI QUALITATIVI E RELATIVE PENALI PER L'ASPETTO VISIVO

Livello qualitativo	Aspetto visivo V_i		Penali sul prezzo della singola maglia S_m
SCADENTE	$S_d/S_m > 8 \%$	V_0	detrazione di una percentuale pari al doppio del rapporto S_d/S_m calcolato; rimozione e rifacimento completo del trattamento nella maglia considerata se $S_d/S_m > 15 \%$
SUFFICIENTE	$S_d/S_m \leq 8 \%$	V_1	detrazione di una percentuale pari al doppio del rapporto S_d/S_m calcolato
DISCRETO	$S_d/S_m \leq 5 \%$	V_2	detrazione di una percentuale pari al doppio del rapporto S_d/S_m calcolato, ridotta del 4 % (es. $S_d/S_m = 3 \%$ → penale = $2 \times 3 - 4 = 2 \%$)
BUONO	$S_d/S_m \leq 2 \%$	V_3	nessuna detrazione

13.2 MICROTAPPETI A FREDDO (SLURRY SEALS)

13.2.1 Generalità e definizioni

I microtappeti a freddo sono interventi finalizzati al miglioramento dell'aderenza e dell'impermeabilità superficiale di pavimentazioni flessibili. Essi consistono nella stesa in strati sottili di malte bituminose irruvidite, ottenute miscelando aggregati lapidei di qualità con emulsioni bituminose elastomerizzate ed idonei additivi, con eventuale aggiunta di acqua e di fibre. Essi possono essere impiegati anche su strade con velocità di progetto elevate e su tratti in cui si hanno impegni significativi dell'aderenza (curve, intersezioni, livellette con pendenze elevate)

13.2.2 Qualificazione dei materiali

13.2.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei sono costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee; essi devono soddisfare particolari requisiti in termini di granulometria, forma, pulizia, e resistenza meccanica.

L'aggregato grosso, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 13.264, deve essere ottenuto esclusivamente dalla frantumazione di rocce di cava.

TABELLA 13.264 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO

Parametro	normativa	requisito

Los Angeles (*)	UNI EN 1097/2	≤ 18
Micro Deval umida (*)	UNI EN 1097/1	≤ 12
CLA	UNI EN 1097/8	≥ 45
Spogliamento	UNI EN 12697/11	0
Sensibilità al gelo (°)	UNI EN 1367/1	≤ 20
Indice di appiattimento	UNI EN 933/3,4	≤ 15
(*) Uno dei due valori dei coeff. Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.		
(*) in zone considerate soggette a gelo		

L'aggregato fine, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 13.265 deve essere composto da sabbia di frantumazione. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve garantire una buona tenacità.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie aventi diametro equivalente maggiore di 2 mm (maglia quadra) non deve superare nella curva granulometrica finale il 10 % in peso quando le stesse sabbie provengono da rocce aventi un valore di C.L.A. ≤ 0,43.

TABELLA 13.265 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE

Parametro	normativa	requisito
Los Angeles (*)	UNI EN 1097/2	≤ 18
CLA	UNI EN 1097/8	≥ 45
Equivalente in sabbia ES	UNI EN 933/8	≥ 80
(*) ricavato sulla roccia di origine per la classe C.		

Il filler proveniente dalla frazione fine degli aggregati potrà essere integrato con filler di apporto costituito normalmente da cemento Portland 325 oppure da polvere di roccia calcarea, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per microtappeti a freddo deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 13.266.

TABELLA 13.266 REQUISITI DEL FILLER PER MICROTAPPETI A FREDDO

Parametro	Normativa	Unità di misura	requisito
Spogliamento	UNI EN 12697/11	%	≤ 5
Passante allo 0.18	UNI EN 933/1	%	100
Passante allo 0.063	UNI EN 933/1	%	≥ 80
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014		N.P.
Vuoti Rigden	UNI EN 1047/4	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179/1	ΔPA	≥ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dei materiali tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

13.2.2.2 Legante

Il legante impiegato è una emulsione bituminosa elastomerizzata a rottura controllata, avente un contenuto di bitume pari al 60 % oppure al 65 %; le caratteristiche del legante residuo sono riportate in Tabella 13.267.

TABELLA 13.267 REQUISITI DEL LEGANTE

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	requisito
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70

Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	< -14
% di elastomero sul peso di bitume	-	%	3.5 ÷ 5.0

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di fiducia dell'Amministrazione.

13.2.2.3 Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo deve essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque ritenute dannose.

13.2.3 Studio della miscela di progetto

Le miscele devono avere una composizione diversa in funzione dello spessore finale che si intende ottenere; in

Tabella 13.268 sono riportati i requisiti granulometrici delle miscele per i diversi tipi di soluzione.

TABELLA 13.268 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLE MISCELE

SPESSORE	3 mm	6 mm	9 mm
Granulometria			
Passante al staccio 12. mm	-	-	100
Passante al staccio 8mm	100	100	85 ÷ 100
Passante al staccio 4 mm	85 ÷ 100	55 ÷ 85	55 ÷ 75
Passante al staccio 2 mm	58 ÷ 83	30 ÷ 55	30 ÷ 55
Passante al staccio 0.40 mm	22 ÷ 36	14 ÷ 28	14 ÷ 28
Passante al staccio 0.125 mm	11 ÷ 22	8 ÷ 19	8 ÷ 19
Passante al staccio 0.063 mm	6 ÷ 10	5 ÷ 10	4 ÷ 10
Miscela			
Dosaggio della malta (Kg/m ²)	6 ÷ 10	8 ÷ 14	13 ÷ 20
D _{max} aggregati (mm)	5 ÷ 6	7 ÷ 9	10 ÷ 12
Bitume residuo (% peso aggregati)	7 ÷ 10	6 ÷ 8	5 ÷ 7.5

13.2.3.1 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti al bitume, consentono di migliorarne le caratteristiche. Per favorire una distribuzione uniforme l'aggiunta deve avvenire per soluzione acquosa durante la preumidificazione.

13.2.3.2 Attivanti d'adesione

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego (temperatura ambientale e del piano di posa), della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche richieste di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate in Tabella 13.264.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

13.2.3.3 Fibre

Le fibre minerali possono essere aggiunte alla malta bituminosa, mediante idonea apparecchiatura, quando ancora non è avvenuta la rottura dell'emulsione; ciò allo scopo di favorire l'esecuzione dei microtapeti conferendo maggiore consistenza e stabilità al momento dell'applicazione. Le fibre minerali devono possedere i requisiti indicati in Tabella 13.269 e vanno aggiunte con percentuali in peso riferite agli aggregati variabili tra lo 0,6% e 1,0%.

TABELLA 13.269 REQUISITI PER LE FIBRE

CARATTERISTICHE	Unità	Valore
Peso del filo	tex (g/Km)	30 ± 2
Diametro medio del filo	micron	15 ± 1
Peso nominale/lineare della matassa	tex (g/Km)	2400 ± 15
Resistenza alla trazione	MPa	$2400 \div 3400$
Allungamento massimo	%	3,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 700

I dosaggi indicati in Tabella 13.269 sono da ritenersi orientativi rispetto a quelli che devono essere formulati sulla base di studi specifici in relazione all'intervento da realizzare. Tali indagini di laboratorio devono consentire di valutare, oltre ai dosaggi di bitume residuo e degli aggregati, anche la compatibilità tra emulsione bituminosa ed aggregato lapideo, gli effetti dovuti all'apporto del filler e degli additivi, il quantitativo dell'eventuale acqua di apporto, il tempo di lavorabilità della malta.

13.2.4 Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica per l'aggregato grosso gli scostamenti delle singole percentuali devono essere al massimo pari a $\pm 3\%$; per l'aggregato fino (passante al crivello UNI n. 5) il limite dello scostamento ammissibile è pari a $\pm 2\%$ mentre per il passante al setaccio UNI 0,075 mm sono ammesse variazioni non superiori a $\pm 1,5\%$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dai risultati ottenuti sulle miscele prelevate durante la stesa.

13.2.5 Esecuzione dei lavori

13.2.5.1 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del microtappeto a freddo si deve procedere alla preparazione del piano di posa mediante pulizia della superficie stradale (rimozione di detriti, polveri e sostanze estranee), sigillatura delle fessure, riprofilatura dei tratti deformati, eventuale umidificazione del supporto se completamente asciutto e caldo.

13.2.5.2 Confezionamento e posa in opera delle miscele

Il confezionamento dell'impasto deve essere realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente in grado di assicurare lo stoccaggio dei materiali costituenti (aggregati lapidei, emulsione bituminosa, acqua, additivi, regolatori di rottura), il corretto dosaggio e un'intima miscelazione. La miscela verrà stesa direttamente dalla macchina stenditrice e livellata mediante apposito stenditore a carter.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, dopo la stesa della malta e prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto prevedendo la stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia/m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati. Nei casi in cui siano presenti zone caratterizzate da elevate sollecitazioni tangenziali, è possibile effettuare una doppia stesa della malta bituminosa. Al termine delle operazioni di stesa il microtappeto deve presentare un aspetto superficiale regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevole scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela e assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone caratterizzate da elevate sollecitazioni superficiali tangenziali (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura deve essere effettuata con apposito rullo gommato leggero

in grado di simulare l'azione del traffico veicolare, munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La posa in opera del microtappeto deve essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore a 5 °C ed in caso di pioggia.

13.2.6 Controlli

Il controllo della qualità dei microtappeti a freddo e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e con prove in situ.

13.2.6.1 Controllo delle forniture

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono riassunti nella Tabella 13.270.

Nel caso di prove o prelievi in sito, il valore previsto in fase di progetto deve essere confrontato con la media dei risultati sui tronchi omogenei (di lunghezza < 1 km).

13.2.6.2 Controllo delle miscele prelevate in fase di posa in opera

La verifica di qualità dei materiali deve avvenire con frequenza giornaliera oppure ogni 10000 m² di stesa; il controllo sui dosaggi, oltre che in corso d'opera ogni 2000 m² di stesa, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli aggregati) ogni giorno lavorativo oppure ogni 10.000 m²; in ogni caso quantitativi di legante impiegati non devono essere inferiori a quelli stabiliti in fase di progetto e confermati dalla Direzione Lavori con tolleranze del $\pm 5\%$. Differenze superiori saranno in ogni caso penalizzate con una riduzione del 15 % del compenso.

13.2.6.3 Controllo prestazionale sugli stati finiti

La resistenza di attrito radente con lo Skid Tester (CNR 105/85) deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number) maggiori o uguali a 65. Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92) deve risultare superiore o uguale a 0,65. In alternativa, possono essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992).

L'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia UNI EN 933/8, deve essere superiore o uguale a 0,7 mm. Misure eventualmente eseguite con apparecchiature ad alto rendimento devono essere riferite all'altezza di sabbia (HS) con apposite relazioni.

Le misure di aderenza e macrotestitura devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico con un "passo di misura" di 10 m. I valori misurati possono, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per tenere conto di disomogeneità occasionali e localizzate.

Qualora il valore medio di BPN o di HS (o di parametri equivalenti), per ciascuna tratta omogenea (tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale") sia inferiore ai valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del trattamento e al rifacimento dello stesso.

Il controllo visivo dello strato finito deve avvenire tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico della strada secondo un criterio che prevede la suddivisione del trattamento in maglie di superficie Sm lunghe 100 m aventi larghezza pari a quella di una corsia.

TABELLA 13.270 CONTROLLI DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
emulsione	Cisterna	Settimanale oppure	Tabella 13.267

bituminosa		ogni 50000 m ² di stesa	
Aggregati e filler	Deposito	Settimanale oppure ogni 50000 m ² di stesa	Tabella 13.264, Tabella 13.265 , Tabella 13.266
emulsione bituminosa	Serbatoio	giornaliero oppure ogni 10000 m ² di stesa	Tabella 13.267
Aggregati e filler	Tramoggia	giornaliero oppure ogni 10000 m ² di stesa	Tabella 13.264, Tabella 13.265 , Tabella 13.266
dosaggio legante	Pavimentazione	Ogni 2000 m ² di fascia di stesa	± 5 % del valore risultante dallo studio del trattamento
aderenza	Pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (CAT) oppure ogni 100 m (BPN)	CAT ≥ 0,65 (media/50 m) BPN ≥ 65
macrorugosità	Pavimentazione	Ogni 10 m di stesa (HS) oppure ogni 100 m (HS)	HS ≥ 0,7 mm (media/50 m) HS ≥ 0,7 mm (per misure puntuali/100 m)

ARTICOLO 14. INTERVENTI PER LA RIPARAZIONE DI BUCHE STRADALI CON CONGLOMERATO BITUMINOSO A FREDDO

L'appaltatore interverrà per la riparazione di buche stradali mediante la fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a freddo, pronto all'uso, posto in opera senza che necessiti di miscelazione, appositamente studiato per riparare in modo istantaneo e permanente pavimentazioni in conglomerato bituminoso, macadam, calcestruzzo o altre superfici.

Il prodotto impiegato dovrà possedere una formulazione tale da aderire a metallo , al calcestruzzo e ai materiali compositi, senza essere soggetto a contrazione, logoramento o separazione di legante e aggregato e senza il bisogno di eseguire tagli: potrà essere applicato con qualsiasi condizione meteorologica, anche a temperature inferiori a 0°. Subito dopo il lavoro di compattazione , l'area riparata dovrà avere caratteristiche tali da poter essere aperta al traffico, senza che il prodotto venga asportato o che rimangano solchi.

14.1 COMPOSIZIONE

Il materiale da impiegare sarà composto da una combinazione di aggregati selezionati di granito o basalto e da uno speciale liquido legante costituito da bitumi di penetrazione, resine, adesivi e altri additivi. Il conglomerato avrà le caratteristiche riportate in Tabella 14.271 e in Tabella 14.272:

TABELLA 14.271 COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA DEL CONGLOMERATO

	(mm)	Passante %
Crivello	10	100
Crivello	8	94-97
Crivello	6.3	72-85
Crivello	4	45-65
Crivello	2	30-40
Crivello	0.5	9-16
Crivello	0.063	3-5

TABELLA 14.272 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CONGLOMERATO

Prova Marshall e di trazione indiretta			
Condizioni di prova	Motodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Stagionatura all'aria a 25° C		giorni	7
Stabilità Marshall dopo 7 gg all'aria a 25°C	UNI EN 12697-34	kN (kg)	> 4 kN (>400kg)
Resistenza a trazione indiretta dopo 7 gg all'aria a 25°C	CNR n. 134/91	kPa	> 50 kPa

È facoltà della Direzione Lavori accettare materiale di caratteristiche diverse ma qualitativamente comparabili. Il prodotto avrà una resa di circa 1 m² x 18 mm per ogni sacco da 25 kg. La densità normale è di circa 1,700 t/m³ mentre la densità del prodotto compattato è di circa 2.200 Kg per mc.

14.2 POSA IN OPERA

Quando possibile, al fine di ottenere i risultati migliori, si procederà a pulire la buca da acqua, oli e detriti: se ciò non fosse possibile, il prodotto dovrà essere tale da aderire bene alle superfici bagnate e la presenza di acqua non dovrà compromettere il risultato finale. Si procederà a versare

una quantità sufficiente di prodotto dalla confezione per riempire abbondantemente la buca, assicurandosi che tutti i bordi siano riempiti. Quindi, si procederà a compattare il materiale fino a uniformare il livello usando un pestello a mano, un compattatore o un rullo. Per aree superiori a 2 m² o per sezioni profonde s'impiegherà un compattatore o un rullo vibrante, bagnando leggermente il rullo con acqua. Per le buche di profondità superiore a 60 mm, si procederà a un compattamento intermedio. Dopo la fase di stesa, la strada potrà percorsa dal traffico, senza il rischio che si formino avvallamenti o solchi. Nelle aree soggette a traffico intenso è importante che avvenga un buon compattamento del prodotto.

14.3 SOLIDIFICAZIONE

Il prodotto dovrà essere formulato specificamente per restare modellabile per alcune ore dopo l'applicazione, in modo da poter essere inserito in buche con forme irregolari e adattarsi perfettamente ai contorni del substrato. Durante la solidificazione il prodotto non dovrà assestarsi né essere asportabile.

14.4 CONSERVAZIONE

Il prodotto sarà fornito in sacchi o in secchi e dovrà essere conservato al coperto, ad una temperatura superiore a 5 °C. Se lo stoccaggio è superiore a 30 gg bisognerà capovolgere i contenitori al fine di evitare eccessivi depositi sul fondo dell'emulsione. I contenitori usati parzialmente dovranno essere sigillati accuratamente.

ARTICOLO 15. CONGLOMERATI BITUMINOSI COLORATI PER STRATI DI USURA SPECIALI

15.1 MANTI DI USURA A TESSITURA OTTIMIZZATA REALIZZATI CON CONGLOMERATI BITUMINOSI COLORATI TIPO DENSE GRADED

15.1.1 Generalità e definizioni

I manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded sono delle miscele di conglomerato bituminoso di tipo chiuso con caratteristiche granulometriche tali da ridurre, rispetto a manti di usura di tipo tradizionale, le emissioni sonore generate dal contatto ruota-pavimentazione. La riduzione del rumore da rotolamento è dovuta esclusivamente al particolare assortimento granulometrico, che consente di ottenere manti di usura con caratteristiche di tessitura tali da ridurre il rumore prodotto dai fenomeni di risonanza che si generano al contatto ruota-pavimentazione. Per questo motivo si parla di manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded. A tali caratteristiche si aggiungono le proprietà cromatiche della miscela finalizzate al miglior inserimento architettonico in ambiti urbani di particolare pregio, ottenute agendo sulle caratteristiche cromatiche del legante e degli inerti utilizzati. La colorazione finale del manto di usura posto in opera deve essere tale da rispettare i requisiti architettonici indicati dalla DL e da assicurarne, nel contempo, la durata nel tempo sotto l'azione del traffico e degli agenti atmosferici. La colorazione della miscela è ottenuta mediante pigmentazione del legante, evitando quindi la verniciatura a posteriori della superficie del manto.

I manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded possiedono caratteristiche meccaniche tali da poter essere impiegate anche su strade urbane soggette a traffico di mezzi pesanti.

15.1.2 Qualificazione dei materiali

15.1.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati costituiscono la fase solida dei manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

15.1.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 15.273. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 44 .

TABELLA 15.273 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO PER STRATI DI USURA COLORATI A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA ₂₀
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	C _{100/0}
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F ₄
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f ₁
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl ₂₀
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	Sl ₁₅
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ 1,5	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 44	PSV ₄₄

Oltre ad assicurare i requisiti prestazionali richiesti, l'aggregato grosso dovrà rispettare i cromatismi compatibili con la colorazione del legante, indicata dalla Direzione Lavori, in maniera tale che anche dopo lo spogliamento degli inerti superficiali della pellicola di legante per effetto del traffico, la colorazione complessiva del manto di usura risulti omogenea e coerente.

Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con *D* minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima *D* = 4 mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 15.274.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≤ 44.

TABELLA 15.274 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE PER STRATI DI USURA COLORATI A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f ₃

Per gli stessi motivi indicati per l'aggregato grosso, anche l'aggregato fine dovrà rispettare i cromatismi compatibili con la colorazione del legante indicata dalla Direzione Lavori.

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura colorata a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 15.275.

TABELLA 15.275 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V _{28/45}
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ _{R&B} 8/16

15.1.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded vengono confezionati con bitumi modificati, cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche, o con leganti sintetici tali da rispettare comunque le caratteristiche richieste ad un bitume modificato: le caratteristiche di tali leganti sono riportate nella Tabella 15.276. Poiché i manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded possiedono caratteristiche meccaniche tali da poter essere impiegate anche su strade urbane soggette a traffico di mezzi pesanti, la scelta del legante dovrà prestare particolare attenzione alle caratteristiche fisiche e meccaniche richieste, finalizzate ad evitare il rapido degrado dello strato ed il distaccamento degli inerti superficiali. Il colore desiderato per il legante sarà ottenuto mediante pigmentazione dello stesso con additivi specifici.

Il rapporto filler – legante dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7 .

I leganti impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

15.1.2.3 Additivi

Per garantire le caratteristiche cromatiche dei conglomerati bituminosi colorati si aggiungono agli aggregati o al legante dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di pigmenti. I pigmenti sono specifici additivi che modificano la colorazione del bitume nero o del legante sintetico, aggiunti direttamente durante la miscelazione in impianto. Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di miscelazione, della natura del legante e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire l'effetto cromatico desiderato per la miscela, verificabile attraverso una prova industriale e la realizzazione di un campo prova.

TABELLA 15.276 REQUISITI DEL LEGANTE PER STRATI DI USURA COLORATI A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 60	Classe 6
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 55	Classe 6
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 10	Classe 3
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 235	Classe 3
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -10	Classe 5
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 60	Classe 4
Ulteriori richieste tecniche					
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9	Classe 2

15.1.3 Miscela

15.1.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 15.277. La composizione granulometrica post-estrazione del legante deve tenere conto di eventuali contributi derivanti dall'aggiunta dei pigmenti, rispettando il fuso riportato in Tabella 15.277. La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Gli strati di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per questi strati sono riportate nella Tabella 15.278.

TABELLA 15.277 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA COLORATI A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 85
Staccio	2	40 – 55
Staccio	1	25 – 35
Staccio	0,5	15 – 23
Staccio	0,25	10 – 17
Staccio	0,125	6 – 12
Staccio	0,063	6 – 10
Percentuale di legante		5,5% – 6,5%
Spessore (mm)		≥ 30

TABELLA 15.278 REQUISITI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA COLORATI A TESSITURA OTTIMIZZATA TIPO DENSE GRADED STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 15
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 6
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ³¹ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50

31

Coefficiente di trazione indiretta:

$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 75
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8 (**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D ₆ (***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

15.1.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Al fine di permettere una valutazione delle reali caratteristiche cromatiche della miscela posta in opera, lo studio di progetto della miscela dovrà essere completato dall'esecuzione, alla presenza della Direzione Lavori, di una prova industriale in impianto di produzione e di un campo prova. Il campo prova dovrà essere soggetto a spazzolatura per riprodurre la rimozione della pellicola di legante colorato dagli inerti superficiali e simulare il reale effetto cromatico della pavimentazione dopo il passaggio del traffico. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

15.1.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso, dell'aggregato fine e del passante allo staccio UNI 0,063 mm purché compatibili con i limiti del fuso

riportato in Tabella 15.277. Per la percentuale di legante è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

15.1.4 Esecuzione dei lavori

15.1.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione delle miscele di conglomerato bituminoso colorato deve essere continua nell'ambito della stesa di ciascuna tratta omogenea individuata dalla Direzione Lavori, evitando interruzioni ed interposizioni di produzione di altre tipologie di miscele, al fine di garantire la massima omogeneità cromatica tra fasce di stesa adiacenti.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del legante che dell'additivo.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 160° C e 180° C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

15.1.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del manto di usura colorato a tessitura ottimizzata tipo dense graded è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 15.279 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 15.280 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 15.279 e Tabella 15.280 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 15.279 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
(metodo del filler minerale)								
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 15.280 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

15.1.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi colorati saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Tutte le macchine e le attrezzature impiegate dovranno essere perfettamente pulite da tracce di legante bituminoso nero. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici; qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma può essere utilizzato anche un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

15.1.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura colorati a tessitura ottimizzata tipo dense graded e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

15.1.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del legante dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 15.281.

TABELLA 15.281 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Legante	Cisterna	Tabella 15.276
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 15.273
Aggregato fine	Impianto	Tabella 15.274
Filler	Impianto	Tabella 15.275

15.1.5.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 15.282. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di legante (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 15.1.3.

TABELLA 15.282 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

15.1.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 15.283.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 15.283 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 1500 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 1500 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

15.1.5.3.1 Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 15.284. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 55. La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare ≥ 0,5 mm.

TABELLA 15.284 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 55
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	HS ≥ 0,5 mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 ≥ 0,19
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S _p ≥ 45 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata³²; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti riportati in Tabella 15.284. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta

omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 30° e il 90° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 15.285.

TABELLA 15.285 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 38,0$
50,0	$\leq 39,5$
40,0	$\leq 40,5$
31,5	$\leq 41,0$
25,0	$\leq 42,0$
20,0	$\leq 43,0$
16,0	$\leq 44,0$
12,5	$\leq 45,0$
10,0	$\leq 46,0$

³² Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_p}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_p}} - 2,1019 \cdot \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_p} \right)} - 0,01589 \cdot \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)

BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)

V = velocità di esecuzione della misura (km/h)

HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_p = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

8,00	≤ 47,0
6,30	≤ 48,0
5,00	≥ 44,0
4,00	≥ 44,0
3,15	≥ 43,5
2,50	≥ 42,0
2,00	≥ 41,5

15.1.5.3.2 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

15.1.5.3.3 Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 15.1.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 2% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione del 3% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 20% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

B.P.N. = 45	F60=0,13
HS = 0,4 mm	Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o Sp), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

15.1.5.3.4 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per **manto d'usura**, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se

le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

15.2 Manti di usura speciali realizzati con conglomerati bituminosi tipo gap graded colorati

15.2.1 Generalità e definizioni

I conglomerati colorati di usura tipo gap graded, impiegati per la realizzazione di manti di usura speciali a bassa emissione sonora, sono delle miscele che grazie alle particolari caratteristiche granulometriche e alla elevata qualità dei materiali costituenti, consentono di ottimizzare le prestazioni acustiche senza pregiudicare la durabilità, la stabilità e la sicurezza della circolazione.

Il contributo fornito alla sicurezza stradale da questi manti è elevato e ciò suggerisce una loro maggiore applicazione sia nella costruzione di nuove pavimentazioni, sia nel rifacimento del manto di usura di pavimentazioni esistenti.

I conglomerati colorati gap graded sono tappeti di usura antisdrucchiolo, aventi spessori in opera di almeno 30 mm, costituiti da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastata a caldo in appositi impianti con bitume modificato pigmentato o legante sintetico pigmentato avente caratteristiche fisico-meccaniche paragonabili ad un bitume modificato, e con la possibile aggiunta di fibre organiche o minerali.

A tali caratteristiche si aggiungono le proprietà cromatiche della miscela finalizzate al miglior inserimento architettonico in ambiti urbani di particolare pregio, ottenute agendo sulle caratteristiche cromatiche del legante e degli inerti utilizzati. La colorazione finale del manto di usura posto in opera deve essere tale da rispettare i requisiti architettonici indicati dalla DL e da assicurarne, nel contempo, la durata nel tempo sotto l'azione del traffico e degli agenti atmosferici. La colorazione della miscela è ottenuta mediante pigmentazione del legante, evitando quindi la verniciatura a posteriori della superficie del manto.

Questo conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per una più semplice manutenzione. Esso è stato studiato per: migliorare l'aderenza, impermeabilizzare la struttura sottostante ed attenuare il rumore di rotolamento

dei pneumatici, possedendo al contempo caratteristiche meccaniche tali da poter essere impiegate anche su strade urbane soggette a traffico di mezzi pesanti.

15.2.2 Qualificazione dei materiali

15.2.2.1 Aggregati

La fase solida dei conglomerati per manti di usura colorati tipo gap graded è costituita da aggregati lapidei di primo impiego costituiti da elementi totalmente frantumati, sani, duri, di forma poliedrica, esenti da polveri e materiali estranei. I granuli non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare. La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler, che può provenire dalla frazione fina o essere aggiunto.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

15.2.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza e natura petrografia diversa, aventi forma poliedrica a spigoli vivi che soddisfino i requisiti indicati nella Tabella 15.286. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere ≥ 44 .

TABELLA 15.286 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO PER STRATI DI USURA COLORATI TIPO GAP GRADED

Indicatori di qualità				Categoria
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	UNI EN 13043
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	Fl_{20}
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	Sl_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 44	PSV_{44}

Oltre ad assicurare i requisiti prestazionali richiesti, l'aggregato grosso dovrà rispettare i cromatismi compatibili con la colorazione del legante, indicata dalla Direzione Lavori, in maniera tale che anche dopo lo spogliamento degli inerti superficiali della pellicola di legante per effetto del traffico, la colorazione complessiva del manto di usura risulti omogenea e coerente.

15.2.2.1.2 Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Esso deve essere costituito esclusivamente da sabbie ricavate per frantumazione di rocce e da elementi litoidi di fiume e deve possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 15.287.

Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di $PSV \leq 44$.

TABELLA 15.287 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE PER STRATI DI USURA COLORATI TIPO GAP GRADED

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

Per gli stessi motivi indicati per l'aggregato grosso, anche l'aggregato fine dovrà rispettare i cromatismi compatibili con la colorazione del legante indicata dalla Direzione Lavori.

Il **filler**, frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fine degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. In ogni caso il filler per i manti di usura colorati tipo gap graded deve soddisfare i requisiti indicati nella Tabella 15.288.

TABELLA 15.288 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

15.2.2.2 Legante

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura colorati tipo gap graded vengono confezionati con bitumi modificati, cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche, o con leganti sintetici tali da rispettare comunque le caratteristiche richieste ad un bitume modificato: le caratteristiche di tali leganti sono riportate nella Tabella 15.289. Poiché i manti di usura colorati tipo gap graded possiedono caratteristiche meccaniche tali da poter essere impiegate anche su strade urbane soggette a traffico di mezzi pesanti, la scelta del legante dovrà prestare particolare attenzione alle caratteristiche fisiche e meccaniche richieste, finalizzate ad evitare il rapido degrado dello strato ed il distacco degli inerti superficiali. Il colore desiderato per il legante sarà ottenuto mediante pigmentazione dello stesso con additivi specifici.

Il rapporto filler – legante dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 15.289 REQUISITI DEL LEGANTE PER MANTI DI USURA COLORATI TIPO GAP GRADED

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 60	Classe 6
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 55	Classe 6
	Incremento del punto di	UNI EN 1427	°C	≤ 10	Classe 3

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
	rammollimento				
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 235	Classe 3
<i>Altre proprietà</i>					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -10	Classe 5
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 60	Classe 4
<i>Ulteriori richieste tecniche</i>					
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	mm	≤ 9	Classe 2

15.2.2.3 Additivi

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi colorati e garantirne le caratteristiche cromatiche si aggiungono agli aggregati o al legante dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

15.2.2.4 Fibre

Le fibre minerali sono degli additivi che nelle miscele ricche di graniglia e povere di sabbia hanno una funzione stabilizzante del mastice (filler+legante) evitandone la separazione dallo scheletro litico.

Esse possono essere costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc.: devono possedere i requisiti indicati in Tabella 15.290.

TABELLA 15.290 REQUISITI DELLE FIBRE MINERALI

Caratteristiche geometrico-meccaniche	Unità di misura	Valore
Lunghezza media bavella	micron	200/300
Diametro medio fibra	micron	8/15
Superficie specifica fibra	cm ² /g	2700
Resistenza alla trazione	GPa	da 1,5 a 2,5
Allungamento massimo	%	da 1,5 a 2,5
Resistenza alla temperatura	°C	≥ 550

15.2.2.5 Pigmenti

I pigmenti sono specifici additivi che modificano la colorazione del bitume nero o del legante sintetico, aggiunti direttamente durante la miscelazione in impianto. Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di miscelazione, della natura del legante e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire l'effetto cromatico desiderato per la miscela, verificabile attraverso una prova industriale e la realizzazione di un campo prova.

15.2.3 Miscela

15.2.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati bituminosi colorati tipo gap graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 15.291. La composizione granulometrica post-estrazione del legante deve tenere conto di eventuali contributi derivanti dall'aggiunta dei pigmenti, rispettando il fuso riportato in Tabella 15.291. Per migliorare la stabilità del mastice bituminoso la miscela deve essere additivata,

mediante idonee apparecchiature, con fibre minerali in quantità comprese tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

Gli strati di usura colorati tipo gap graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm. La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 15.291.

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

TABELLA 15.291 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI COLORATI TIPO GAP GRADED

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 75
Staccio	2	19 – 29
Staccio	0,5	11 – 19
Staccio	0,25	9 – 17
Staccio	0,125	8 – 14
Staccio	0,063	8 – 12
Percentuale di legante		7% – 8%
Spessore (mm)		≥ 30

Le caratteristiche richieste per i conglomerati bituminosi colorati tipo gap graded sono riportate nella Tabella 15.292.

TABELLA 15.292 REQUISITI DELLA MISCELA PER CONGLOMERATI COLORATI TIPO GAP GRADED STUDIATA CON METODO VOLUMETRICO

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	11 – 16
Vuoti a 50 rotazioni (*) (**)	%	5 – 8
Vuoti a 130 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ³³ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _G		
(***) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

33

Coefficiente di trazione indiretta:

$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

15.2.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Al fine di permettere una valutazione delle reali caratteristiche cromatiche della miscela posta in opera, lo studio di progetto della miscela dovrà essere completato dall'esecuzione, alla presenza della Direzione Lavori, di una prova industriale in impianto di produzione e di un campo prova. Il campo prova dovrà essere soggetto a spazzolatura per riprodurre la rimozione della pellicola di legante colorato dagli inerti superficiali e simulare il reale effetto cromatico della pavimentazione dopo il passaggio del

traffico. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

15.2.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso, dell'aggregato fine e del passante allo staccio UNI 0,063 mm purché compatibili con i limiti del fuso riportato in Tabella 15.291.
Per la percentuale di legante è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

15.2.4 Esecuzione dei lavori

15.2.4.1 Confezionamento della miscela

Il conglomerato deve essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione delle miscele di conglomerato bituminoso colorato deve essere continua nell'ambito della stesa di ciascuna tratta omogenea individuata dalla Direzione Lavori, evitando interruzioni ed interposizioni di produzione di altre tipologie di miscele, al fine di garantire la massima omogeneità cromatica tra fasce di stesa adiacenti.

In ciascun impianto, la produzione non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del legante che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante modificato tra 160° C e 180° C.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

15.2.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del conglomerato bituminoso colorato per manti di usura tipo gap graded va verificata l'efficienza delle opere per il deflusso delle acque. Se non sono rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre > 2,5%), questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

Prima di iniziare la stesa dei manti di usura tipo gap graded è necessario stendere una adeguata mano d'attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente e prevenire la risalita di eventuali fessure dagli strati sottostanti.

La mano d'attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di 0,5 Kg/m² mediante apposite macchine spanditrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Il bitume modificato steso a caldo (temperatura > 180°C) avrà le caratteristiche riportate nella Tabella 15.289. Per evitare il danneggiamento della membrana che potrebbe essere causata dall'adesione dei mezzi di cantiere alla stessa, si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4-8 mm, in quantità di circa 6-8 l/ m². In casi particolari o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano d'attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dalla Tabella 15.293 stesa mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di 0,7 Kg/m² e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 15.293 CARATTERISTICHE MINIME DI ACCETTAZIONE DELL'EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm ²	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

15.2.4.3 Posa in opera della miscela

La posa in opera dei manti di usura colorati tipo gap graded viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. Tutte le macchine e le attrezzature impiegate dovranno essere perfettamente pulite da tracce di legante bituminoso nero.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo di 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali con quelli degli strati sottostanti deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il conglomerato eventualmente compromesso deve essere immediatamente rimosso e successivamente lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

La compattazione del conglomerato deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento deve essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

15.2.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi colorati per manti di usura tipo gap graded e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in sito.

15.2.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del legante dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 15.294.

TABELLA 15.294 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Legante	Cisterna	Tabella 15.289
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 15.286
Aggregato fine	Impianto	Tabella 15.287
Filler	Impianto	Tabella 15.288

15.2.5.2 Controllo della miscela prelevata al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 15.295. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di legante (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 15.2.3.

TABELLA 15.295 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

15.2.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 15.296.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 15.296 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 1500 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 1500 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

15.2.5.3.1 Caratteristiche superficiali

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura con le frequenze riportate in Tabella 15.297. Le misure di aderenza (resistenza ad attrito radente) eseguite con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4, dovranno fornire valori di BPN (British Pendulum Number) ≥ 60 . La tessitura superficiale, misurata con l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia riportata nella UNI EN 13036-1, deve risultare $\geq 0,6$ mm.

TABELLA 15.297 CONTROLLO DELLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	BPN ≥ 60
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	HS $\geq 0,6$ mm
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10 m di fascia stesa	F60 $\geq 0,24$
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 10m di fascia stesa	S _p ≥ 57 km/h

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperimento di armonizzazione dell'AIPCR (1992). Per il calcolo del parametro HS (MTD) da prove eseguite con profilometro laser l'elaborazione dei dati deve essere eseguita secondo la procedura prevista nella UNI EN ISO 13473-1.

I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature saranno ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata³⁴; i valori dell'IFI (F60, S_p) calcolati utilizzando le suddette attrezzature dovranno rispettare i valori limiti

³⁴ Nel caso di misure di BFC eseguite con skiddometer BV11, i valori di BPN e IFI (F60; S_p) si possono calcolare con la relazioni qui riportate, definite con un errore standard della stima pari a 0.029.

$$BPN = e^{\frac{50}{S_P}} \cdot \left[-2,1984 + 113,2513 \cdot BFC \cdot e^{\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P}} - 2,1019 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right) \right]$$

$$F60 = 0,03964 + 0,85618 \cdot BFC \cdot e^{\left(\frac{0,17 \cdot V - 60}{S_P} \right)} - 0,01589 \left(\frac{HS - 0,2}{0,8} \right)$$

dove:

riportati in Tabella 15.297. Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata per tutta l'estensione dell'intervento.

Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore, distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici.

Ai fini di un controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 30° e il 90° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in Tabella 15.298.

TABELLA 15.298 SPETTRO DI TESSITURA

Lunghezza d'onda λ (mm)	Livello di tessitura L_{tx} (dB)
63,0	$\leq 39,5$
50,0	$\leq 40,5$
40,0	$\leq 41,5$
31,5	$\leq 42,5$
25,0	$\leq 43,5$
20,0	$\leq 45,0$
16,0	$\leq 45,5$
12,5	$\leq 46,5$
10,0	$\leq 47,5$
8,00	$\leq 48,0$
6,30	$\geq 44,5$
5,00	$\geq 44,0$
4,00	$\geq 43,5$
3,15	$\geq 42,0$
2,50	$\geq 40,5$
2,00	$\geq 40,0$

15.2.5.3.2 Regolarità

L'indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure del profilo longitudinale interesseranno tutta l'estensione dell'intervento e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, utilizzando un profilometro laser, e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

BPN = resistenza di attrito radente (British Pendulum Number)
BFC = coefficiente di aderenza con ruota frenata (Braking Force Coefficient)
V = velocità di esecuzione della misura (km/h)
HS = altezza di sabbia (mm)

$$S_p = -11,5981 + 113,63246 \cdot HS \quad (\text{km/h})$$

(Articolo "L'aderenza su pavimentazioni della viabilità ordinaria misurata con dispositivo a ruota parzialmente frenata", M. Losa, R. Bacci, P. Leandri)

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 100 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 100 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

15.2.5.3.3 Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 15.2.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori di medi di BPN o F60, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione del 2% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione del 3% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate con riferimento alla larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o Sp, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 20% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 50	F60=0,18
HS = 0,5 mm	Sp=45 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o Sp), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere a cura e spese dell'Impresa alla realizzazione di un nuovo strato al di sopra di quello esistente, previa stesa di una mano di attacco.

15.2.5.3.4 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per **manto d'usura**, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto

Qualora il valore medio di I.R.I., come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 3,5 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

15.3 Manti di usura manti chiusi 0/12 realizzati con conglomerati bituminosi colorati per aree di sosta

15.3.1 Generalità e definizioni

I manti colorati di usura 0/12 sono delle miscele di conglomerato bituminoso di tipo chiuso, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato pigmentato o legante sintetico pigmentato, additivi. Tali miscele, finalizzate a contesti urbani nei quali lo strato superficiale è soggetto ad elevate azioni tangenziali degli pneumatici (parcheggi, aree di manovra, aree di sosta), si configurano come conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni, in quanto confezionati con bitume modificato pigmentato o legante sintetico pigmentato avente caratteristiche fisico-meccaniche paragonabili ad un bitume modificato. A tali caratteristiche si aggiungono le proprietà cromatiche della miscela finalizzate al miglior inserimento architettonico in ambiti urbani di particolare pregio, ottenute agendo sulle caratteristiche cromatiche del legante e degli inerti utilizzati. La colorazione finale del manto di usura posto in opera deve essere tale da rispettare i requisiti architettonici indicati dalla DL e da assicurarne, nel contempo, la durata nel tempo sotto l'azione del traffico e degli agenti atmosferici. La colorazione della miscela è ottenuta mediante pigmentazione del legante, evitando quindi la verniciatura a posteriori della superficie del manto.

15.3.2 Qualificazione dei materiali

15.3.2.1 Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati costituiscono la fase solida dei manti di usura colorati. Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

15.3.2.1.1 Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043.

Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 15.299.

TABELLA 15.299 REQUISITI DELL'AGGREGATO GROSSO PER STRATI DI USURA COLORATI

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA_{20}
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	$C_{100/0}$
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	12	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F_4
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f_1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30	F_{I30}

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	SI_{15}
Porosità	UNI EN 1936	%	$\leq 1,5$	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 40	PSV_{40}

Oltre ad assicurare i requisiti prestazionali richiesti, l'aggregato grosso dovrà rispettare i cromatismi compatibili con la colorazione del legante, indicata dalla Direzione Lavori, in maniera tale che anche dopo lo spogliamento degli inerti superficiali della pellicola di legante per effetto del traffico, la colorazione complessiva del manto di usura risulti omogenea e coerente.

15.3.2.1.2 *Aggregato fine*

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm.

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima $D = 4$ mm.

Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 15.300.

TABELLA 15.300 REQUISITI DELL'AGGREGATO FINE PER STRATI DI USURA COLORATI

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 50	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f_3

Per gli stessi motivi indicati per l'aggregato grosso, anche l'aggregato fine dovrà rispettare i cromatismi compatibili con la colorazione del legante indicata dalla Direzione Lavori.

Il **filler** è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura colorati deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 15.301.

TABELLA 15.301 REQUISITI DEL FILLER

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	$V_{28/45}$
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	$\Delta_{R\&B} 8/16$

15.3.2.2 *Legante*

I conglomerati bituminosi utilizzati per la formazione di manti di usura colorati vengono confezionati con bitumi modificati, cioè con bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche, o con leganti sintetici tali da rispettare comunque le caratteristiche richieste ad un bitume modificato: le caratteristiche di tali leganti sono riportate nella Tabella 15.302. Poiché i contesti urbani cui è destinata la miscela per manti di usura colorati possono essere caratterizzati da elevati sforzi tangenziali

indotti sulla superficie dalle ruote dei mezzi in fase di manovra, la scelta del legante dovrà prestare particolare attenzione alle caratteristiche fisiche e meccaniche richieste, finalizzate ad evitare il rapido degrado dello strato ed il distacco degli inerti superficiali. Il colore desiderato per il legante sarà ottenuto mediante pigmentazione dello stesso con additivi specifici.

Il rapporto filler – legante dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

I leganti impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 15.302 REQUISITI DEL LEGANTE PER STRATI DI USURA COLORATI

Parametro		Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 14023	
Requisiti essenziali					
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	45 - 80	Classe 4
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	≥ 60	Classe 6
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 55	Classe 6
	Incremento del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 10	Classe 3
	Variazione di massa	-	%	≤ 0,5	Classe 3
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 235	Classe 3
Altre proprietà					
Punto di rottura (Fraass)		UNI EN 12593	°C	≤ -10	Classe 5
Ritorno elastico a 25°C		UNI EN 13398	%	≥ 60	Classe 4
Ulteriori richieste tecniche					
Stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399	Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	Classe 2
	Variazione della penetrazione	UNI EN 1426	dmm	≤ 9	Classe 2

15.3.2.3 Additivi

Per garantire le caratteristiche cromatiche dei conglomerati bituminosi colorati si aggiungono agli aggregati o al legante dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di pigmenti. I pigmenti sono specifici additivi che modificano la colorazione del bitume nero o del legante sintetico, aggiunti direttamente durante la miscelazione in impianto. Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di miscelazione, della natura del legante e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire l'effetto cromatico desiderato per la miscela, verificabile attraverso una prova industriale e la realizzazione di un campo prova.

15.3.3 Miscela

15.3.3.1 Composizione della miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i manti di usura colorati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 15.303. La composizione granulometrica post-estrazione del legante deve tenere conto di eventuali contributi derivanti dall'aggiunta dei pigmenti, rispettando il fuso riportato in Tabella 15.303. La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

Gli strati di usura colorati devono avere uno spessore di almeno 40 mm. La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Le caratteristiche richieste per questi strati sono riportate nella Tabella 15.304.

TABELLA 15.303 REQUISITI GRANULOMETRICI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA COLORATI

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	12,5	100
Staccio	8	70 – 90
Staccio	4	40 – 60
Staccio	2	25 – 38
Staccio	0,5	12 – 21
Staccio	0,25	9 – 16
Staccio	0,125	6 – 11
Staccio	0,063	6 – 10
Percentuale di legante		5,0% – 6,5%
Spessore (mm)		≥ 40

TABELLA 15.304 REQUISITI DELLA MISCELA PER STRATI DI USURA COLORATI

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni(*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI ³⁵ a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm ²	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITS _R a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 75
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D _g		
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

15.3.3.2 Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Al fine di permettere una valutazione delle reali caratteristiche cromatiche della miscela posta in opera, lo studio di progetto della miscela dovrà essere completato dall'esecuzione, alla presenza della Direzione Lavori, di una prova industriale in impianto di produzione e di un campo prova. Il campo prova dovrà essere soggetto a spazzolatura per riprodurre la rimozione della pellicola di legante colorato dagli inerti superficiali e simulare il reale effetto cromatico della pavimentazione dopo il passaggio del

traffico. Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato.

35

Coefficiente di trazione indiretta:
$$CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm²

D = diametro del campione espresso in mm

D_c = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

15.3.3.3 Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso, dell'aggregato fine e del passante allo staccio UNI 0,063 mm purché compatibili con i limiti del fuso riportato in Tabella 15.303. Per la percentuale di legante è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25\%$. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

15.3.4 Esecuzione dei lavori

15.3.4.1 Confezionamento della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione delle miscele di conglomerato bituminoso colorato deve essere continua nell'ambito della stesa di ciascuna tratta omogenea individuata dalla Direzione Lavori, evitando interruzioni ed interposizioni di produzione di altre tipologie di miscele, al fine di garantire la massima omogeneità cromatica tra fasce di stesa adiacenti.

Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del legante che dell'additivo.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 160°C e 180°C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

15.3.4.2 Preparazione della superficie di stesa

Prima di iniziare la stesa del manto di usura colorato è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa (sempre $> 2,5\%$), in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale.

La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni

bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 15.305 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m². Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 15.306 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m².

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella Tabella 15.305 e Tabella 15.306 per ciascun tipo di emulsione.

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità al Regolamento UE 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

TABELLA 15.305 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

TABELLA 15.306 REQUISITI DELLE EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE PER MANI D'ATTACCO

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
(metodo del filler minerale)				
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	<i>dmm</i>	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	<i>J/cm²</i>	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

15.3.4.3 Posa in opera della miscela

I conglomerati bituminosi colorati saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Tutte le macchine e le attrezzature impiegate dovranno essere perfettamente pulite da tracce di legante bituminoso nero. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 40 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici; qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma può essere utilizzato anche un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t.

Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

15.3.5 Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi per manti di usura colorati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

15.3.5.1 Controllo delle forniture

Oltre ai controlli iniziali, necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L..

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del legante dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna. I requisiti da soddisfare sono riportati nella Tabella 15.307.

TABELLA 15.307 CONTROLLO DELLE FORNITURE

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Legante	Cisterna	Tabella 15.302
Aggregato grosso	Impianto	Tabella 15.299
Aggregato fine	Impianto	Tabella 15.300
Filler	Impianto	Tabella 15.301

15.3.5.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il tipo di prelievi da eseguire è riportato in Tabella 15.308. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di legante (UNI EN 12697-1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2).

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui al 15.3.3.

TABELLA 15.308 CONTROLLI DELLE MISCELE PRELEVATE AL MOMENTO DELLA STESA

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI RICHIESTI
Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela

15.3.5.3 Controlli prestazionali sullo strato finito

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il tipo di prelievo da eseguire è riportato nella Tabella 15.309.

Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;

- la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere non inferiore a quello previsto nel progetto.

La percentuale dei vuoti della miscela in sito, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto.

TABELLA 15.309 CONTROLLI PRESTAZIONALI SULLO STRATO FINITO

TIPO DI CAMPIONE		FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Carote per spessori	UBICAZIONE PRELIEVO Pavimentazione	Ogni 1500 m ² di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 1500 m ² di fascia di stesa	≤ % dei vuoti della miscela di progetto + 2%

15.3.5.3.1 Tolleranze sui risultati e penali

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo.

Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti al 15.3.4.3 verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

15.3.5.4 Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora in corso di esecuzione, si riscontrino irregolarità del piano di posa tale da rendere necessaria una risagomatura, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare allo spessore medio previsto in progetto.

Per **spessori medi inferiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante oltre la tolleranza pari al 3% dello spessore di progetto.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per **manto d'usura**, in caso di **spessori medi superiori a quelli di progetto** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale eccedente oltre la tolleranza pari al 10% dello spessore di progetto.

Eccedenze superiori al 25% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Tale ricostruzione comporterà la rimozione e ricostruzione anche di parte dello strato di binder per mantenere le quote di progetto.

15.4 CHIUSINI TOMBINI E GRIGLIE

Al termine dei lavori di rifacimento del tappeto d'usura, i pozzetti le griglie ed i tombini esistenti o di nuova installazione, dovranno risultare complanari al piano viario nel rispetto delle quote della pavimentazione e delle pendenze necessarie al corretto deflusso delle acque meteoriche.

Qualora la corretta stesa del tappeto di usura nel rispetto delle pendenze di progetto e della complanarità del piano viario non permettano il rispetto delle precedenti condizioni, sarà onere dell'impresa provvedere al riposizionamento in quota delle griglie e dei chiusini.

Sarà applicata una penale di importo pari a € 300,00 (euro trecento) per ogni chiuso o griglia lasciata nei seguenti condizioni:

- chiusino o griglia ricoperta dalla pavimentazione;

4. chiusino o griglia la cui quota di posa differisca dalla quota del piano viario di oltre 1,00 cm (valutando tale valore come la media di quattro misurazioni effettuate con regolo in due direzioni ortogonali, per ogni chiusino/griglia; le singole misurazioni non devono eccedere il valore di 1,5 cm).

Qualora in corso di esecuzione si riscontrino casi particolari, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, si potrà derogare alle prescrizioni previste, nel rispetto delle condizioni di sicurezza.

ARTICOLO 16. SIGILLATURA DELLE FESSURE E DEI GIUNTI DELLE PAVIMENTAZIONI

Questo capitolato descrive le operazioni relative alla sigillatura per la manutenzione delle pavimentazioni stradali. Verranno analizzate nello specifico le diverse tipologie:

- Pavimentazioni flessibili (strati in conglomerato bituminoso)
- Pavimentazioni rigide
- Pavimentazioni ad elementi

Per quanto riguarda le prove di caratterizzazione dei materiali si fa riferimento alle normative già esistenti in ambito europeo, in particolare:

EN 13880, Hot applied joint sealants – Part 1 to 13

EN 14187, Cold applied joint sealants – Part 1 to 8

prEN 14188 – 1, Joint fillers and sealants – Part 1: Specification for hot applied sealants

prEN 14188 – 2, Cold applied joint sealants – Part 2: Classification and requirements

EN 26967, Building construction – Jointing products – Sealants

SHRP H 349, Materials and Procedures for the Repair of Joint Seals in Concrete Pavements.

Nello specifico, per le prove di laboratorio si fa riferimento alle seguenti norme:

PrEN 13880-6: Test methods for the for the preparation of samples for testing.

EN 13880-8: Test methods for the for the determination of the change in weight of fuel resistant joint sealants after fuel immersion.

EN 13880-11: Test method for the preparation of asphalt test blocks used in the function test and for the determination of compatibility with asphalt pavements

EN 13880 12: Test method for the manufacture of concrete test blocks for bond testing (recipe methods).

Si farà anche riferimento a specifiche prove, le cui procedure sono riportate nei paragrafi seguenti.

La necessità di procedere alla realizzazione di specifiche prove risponde all'esigenza, in alcuni casi, di una semplificazione di carattere pratico rispetto alla normativa esistente in materia di sigillanti per manutenzione stradale. Quest'ultima richiede infatti, nella maggior parte dei casi, prove di caratterizzazione dei materiali la cui realizzazione risulta essere molto onerosa, sia in termini di risorse tecnico-economiche (macchinari, attrezzature, personale, etc...), sia in termini di tempo.

Si sottolinea inoltre, che rispetto a quanto accade nella normativa europea, all'interno del capitolato, si è cercato di generalizzare la procedura dei test. Si sono infatti introdotti nuovi parametri quali:

Temperatura minima di esercizio ($T_{es}^{\min}$) minima temperature espressa in gradi Celsius, alla quale si prevede che i materiali si trovino ad operare in condizioni di esercizio

Estensione massima di esercizio ($Ext_{es}^{\max}$) massima estensione alla quale si prevede che il sigillante sia sottoposto in condizione di esercizio.

Attraverso questi ultimi risulta più semplice la realizzazione dei test di laboratorio in quanto si fa riferimento non più a valori prefissati e invariabili, ma alle specifiche condizioni ambientali e climatiche del luogo in cui si realizza la sigillatura, ai valori di progetto previsti, ed alle specifiche tecniche previste per i materiali utilizzati.

Relativamente ai parametri prescritzionali menzionati nel presente capitolato, questi sono da intendersi come consigliati, qualora un produttore presenti un sigillante diverso, ma che soddisfi appieno tutte le richieste prestazionali che il capitolato impone.

Infine si ricorda che per una buona riuscita dell'intervento di sigillatura/risigillatura occorre osservare con cura, e rispettare, i principi esposti all'interno dei paragrafi relativi alla posa in opera, ed inoltre l'impiego dei materiali deve avvenire nel rispetto della loro durata a magazzino.

16.1 SIGILLATURA COLATA A CALDO

L'operazione di sigillatura applicata a caldo presuppone che i materiali utilizzati siano preventivamente scaldati alla temperatura di posa in opera e poi colati direttamente all'interno del giunto o delle fessure.

È possibile eseguire questo tipo di sigillatura in:

pavimentazioni rigide, trattando i giunti e le fessure;

pavimentazioni flessibili, trattando le fessure;

pavimentazioni ad elementi, trattando i giunti.

16.1.1 Materiali

Facendo riferimento alla classificazione fornita dall' ACI (American Concrete Institute), tra i tipi di materiali adatti alla sigillatura, si trovano quelli colati a caldo [SHRP-M/UFR-91-504 Innovative material and equipment for pavement surface repair]. Tali materiali, come fa ragionevolmente supporre la denominazione stessa, devono essere scaldati alla temperatura di posa in opera prima di essere colati. Essi si presentano liquidi alla suddetta temperatura e tenderanno ad indurirsi man mano che procederà il raffreddamento. Essi sono forniti sotto forma di pani di diverse dimensioni, prodotti industrialmente, i quali vengono fusi all'interno di apposite caldaie prima dell'applicazione. Una volta raggiunto lo stato liquido il materiale viene colato all'interno dei giunti o delle fessure, mediante un ugello della caldaia.

Tra i materiali necessari alla sigillatura colata a caldo si individuano, non solo i sigillanti, di cui si è detto sopra, ma anche il primer e gli aggregati superficiali. Il primo di questi elementi ha la funzione di attivare l'adesione tra pavimentazione e sigillante, i secondi servono invece a rendere ruvida e antiaderente la superficie del materiale appena colato.

16.1.1.1 Sigillante

Le principali funzioni a cui deve necessariamente assolvere il sigillante riguardano:

la resistenza ai movimenti orizzontali e verticali a tutte le temperature a cui è esposto,

la resistenza agli effetti ambientali come piogge, elevata umidità, etc...

la resistenza alla penetrazione da parte di pietre e sabbia alle temperature di esercizio,

il mantenimento dell'adesione con la pavimentazione alle temperature di esercizio.

Il sigillante dovrà essere costituito da un bitume modificato con gomme termoplastiche tipo SBS (Stirene-Butadiene-Stirene), e SIS (Stirene-Isoprene-Stirene), in contenuto variabile da 13% a 17%, resine alifatiche (3-5%), olio di processo (3-5%) e promotori di adesività (<2%). Il bitume dovrà essere di tipo emulsionabile 160-220 (specifiche C.E.N.) con un contenuto di paraffina (CNR BU 66) < 0,5 % in peso e un contenuto di zolfo (ASTM D1552-83) < 3 % in peso onde prevenire invecchiamento e fragilimento del sigillante. La gomma termoplastica dovrà essere di tipo copolimero stirene-butadiene a blocchi con una percentuale di stirene del 30-32 % e un copolimero stirene-isoprene con una percentuale di stirene < 15%. La resina sarà di tipo alifatico con punto di rammollimento palla e anello (ASTM E2896) 96-104°C e viscosità a 160°C (ASTM D-3236-88) da 2.000 a 3.000 mPa.s. L'olio di processo dovrà avere una viscosità cinematica a 40°C (ASTM D-445) 90-105 mm²/s e un punto di infiammabilità (ASTM D-92) > 250°C.

I requisiti prestazionali dei sigillanti da colare a caldo in fessure fanno riferimento alle norme europee EN 13880 (da 1 a 13), Hot applied joint sealants, alle prEN 14188-1 Joint fillers and sealants, ed agli allegati contenenti i protocolli di prova non standardizzati.

Un sigillante, per fornire buone prestazioni, deve possedere le caratteristiche ed i requisiti seguenti: impermeabilità, deformabilità, recupero elastico, adesione, coesione, limitato rammollimento, resistenza. Tali proprietà del sigillante sono riassunte nella seguente Tabella 16.310 che contiene i valori prestazionali di riferimento.

16.1.1.2 Primer

Il primer è un materiale che funge da attivatore di adesione tra sigillante e superficie di posa. È un prodotto in forma liquida che viene posto in opera con l'ausilio di un apposito pennello dopo aver pulito la fessura od il giunto.

Normalmente, prima di procedere alla colatura del sigillante, si lascia trascorrere un breve tempo, 10 – 20 minuti, affinché esso si asciughi e sia in grado di sviluppare una presa efficace. Il primer costituisce pertanto parte integrante del “sistema” sigillatura.

Per quanto concerne la composizione ed i requisiti del primer, esso dovrà essere costituito da una soluzione a base solvente di gomme termoplastiche tipo SBS e SIS (5-10%), resine alifatiche (20-30%) e solventi non polari (50-60%). La gomma termoplastica dovrà essere di tipo copolimero stirene-butadiene a blocchi con un una percentuale di stirene del 30-32 % e un copolimero stirene-isoprene con una percentuale di stirene > 15%. La resina sarà di tipo alifatica con punto di rammollimento palla e anello (ASTM E2896) 120-140°C e viscosità a 160°C (ASTM D-3236-88) da 2.000 a 4.000 mPa·s.

16.1.1.3 Aggregati superficiali

Si tratta di materiali lapidei quali graniglia di basalto e di polvere di ardesia con granulometria inferiore ai 2 mm, i quali vengono stesi sulla superficie del sigillante, poco dopo la colatura, in modo da costituire uno strato di copertura uniforme. La funzione degli aggregati superficiali è quella di impedire che il sigillante appena colato, avente una forte propensione ad aderire ai pneumatici, venga immediatamente ed irrimediabilmente asportato dalla superficie di posa.

TABELLA 16.310 REQUISITI PRESTAZIONALI PER I SIGILLANTI APPLICATI A CALDO

	Proprietà dei materiali	Sigillanti applicati a caldo				Tipo di Test
		Non resistenti al carburante		Resistenti al carburante		
		N1 Alta estensione	N2 Bassa estensione	F1 Alta estensione	F2 Bassa estensione	
1	Preparazione dei provini da utilizzare nei test	Secondo le disposizioni del produttore				prEN 13880-6
2	Punto di Rammollimento, in °C	≥85	≥85	≥85	≥75	EN 1427
3	Densità a 25°C, in g/cm3	Secondo le disposizioni del produttore				EN 13880-1
4	Penetrazione a cono a 25°C, 5s, 150g, in g/cm3	da 40 a 130	da 40 a 100	da 40 a 130	da 40 a 100	EN 13880-2
5	Resilienza a 25°C, 75g, 5s, in %	≥60	≤60	≥60	≤60	EN 13880-3
6	Stabilità al calore					EN 13880-4
6.1	Penetrazione a cono, 0,1 mm	da 40 a 130	da 40 a 100	da 40 a 130	da 40 a 100	
6.2	Resilienza, in %	≥60	≤60	≥60	≤60	
7	Resistenza al rifluimento	≤2	≤3	≤5	≤10	EN 13880-5
8	Immersione in carburante					EN 13880-8
8.1	35°C, 24h, variazione di massa in %	-	-	-	≤2	
8.2	50°C, 24h, variazione di massa in %	-	-	≤2	-	
10	Adesione					TEST 1
10.1	Estensione totale in 5h, in %	≥35%	≥35%	≥35%	≥35%	
10.2	Temperatura del test, in °C	T_{es}^{min}	T_{es}^{min}	T_{es}^{min}	T_{es}^{min}	
10.3	Immersione					
	- in acqua, T ambiente, 5gg	X	X			
	- in carburante			X	X	
10.4	Tensione					
	- massima tensione, N/mm2	≤1.00	≤0.75			

	Proprietà dei materiali	Sigillanti applicati a caldo				Tipo di Test
	- tensione finale, N/mm2	≤0.15				
10.5	Valutazione dell'adesione totale della superficie separata, in %	0%	0%	2%	2%	
10.6	Valutazione della coesione, superficie totale delle fessure, in %	0%	0%	1%	1%	
11	Coesione					
11.1	Estensione, in %	Ext_{es}^{max}	Ext_{es}^{max}	Ext_{es}^{max}	Ext_{es}^{max}	
11.2	Numero di cicli	3	3	3	3	
11.3	Temperatura del test, °C	T_{es}^{min}	T_{es}^{min}	T_{es}^{min}	T_{es}^{min}	
11.4	Tensione massima, in N/mm ²	0,48	0,48	0,48	0,48	TEST 2
11.5	Adesione totale della superficie separata, in %	<2%	<2%	<2%	<2%	
11.6	Coesione superficie totale delle fessure, in %	<1%	<1%	<1%	<1%	

16.1.2 Applicazione

Attraverso la sigillatura colata a caldo è possibile sigillare sia le fessure di apertura inferiore ai 5 millimetri, sia quelle di dimensioni maggiori.

Il procedimento per la posa in opera sarà il medesimo per entrambe le tipologie, con la differenza, nel caso in cui non si disponga di un'apparecchiatura adeguata per la colatura, che in presenza di fessure di piccole dimensioni (< 5mm) si procederà preventivamente alla fresatura delle stesse con lo scopo di allargarle fino ad una dimensione tale da consentirvi la colatura.

La fresatura può essere operata utilizzando frese ad asse verticale, fresa ruotante o sega diamantata.

La sigillatura deve essere eseguita preferibilmente con temperature atmosferiche medie (da 7°C a 18°C), come in autunno o in primavera. Ciò favorisce l'apertura, per lo meno parziale, delle fessure, consentendo l'immissione della voluta quantità di materiale e permette alla fessura o al giunto di lavorare rapportandosi al valore medio della larghezza della fessura su tutto l'arco dell'anno.

16.1.2.1 Pavimentazioni rigide

I degradi delle pavimentazioni rigide che possono essere trattati attraverso l'utilizzo di sigillante colato a caldo riguardano sia le fessure che i giunti. Per questi ultimi nello specifico è opportuno intervenire nel caso in cui non siano più in grado di offrire un'adeguata impermeabilizzazione, a causa del loro degrado.

La sigillatura di pavimentazioni rigide consiste nel trattamento specifico dei giunti e delle fessure di larghezza superiore a 5 millimetri.

Le pavimentazioni rigide sono soggette al fenomeno della fessurazione dovuta alle sollecitazioni da traffico, alle variazioni termiche, al ritiro del calcestruzzo, e alla perdita di portanza della superficie di appoggio. Le fessure che si trattano nelle pavimentazioni rigide sono classificabili come fessure di grande larghezza. Inoltre, se si riscontra la presenza di fessure di dimensioni inferiori, bisogna prestare particolare attenzione, attraverso un monitoraggio preventivo, allo spostamento orizzontale che queste possono avere durante l'anno a causa dei movimenti delle lastre. Se dagli studi condotti tenderà ad aumentare la sua dimensione oltre i 5 millimetri, si consiglia la fresatura della stessa in modo da allargarla e procedere con la colatura del sigillante.

Con la sigillatura colata a caldo possono essere trattati sia i giunti di nuova costruzione, che quelli già precedentemente sigillati il cui stato presenta un degrado avanzato.

È fondamentale tenere presente che eccessivi ritardi nel rimpiazzo di punti deboli del sistema di giunti sigillati, in pavimentazioni in calcestruzzo, possono arrecare rapidi deterioramenti nella pavimentazione.

16.1.2.2 Pavimentazioni flessibili

I degradi delle pavimentazioni flessibili che possono essere trattati attraverso l'utilizzo di sigillante colato a caldo riguardano le fessure longitudinali e trasversali.

Un problema non trascurabile che si può verificare, nella fase della posa in opera, nelle pavimentazioni flessibili è il degradarsi del conglomerato bituminoso al momento dell'applicazione del primer. Infatti, essendo questo un solvente chimico, potrebbe in alcuni casi, deteriorare la pavimentazione esistente, già compromessa dagli agenti atmosferici a causa dei degradi in atto, sciogliendo il bitume presente nello strato superficiale.

Qualora la fessura non si presentasse con un'apertura idonea è possibile procedere alla fresatura della stessa per agevolare la fase di colatura. In questo modo la fessura viene opportunamente allargata ed i bordi risultano sagomati dal passaggio dell'apparecchiatura con la quale si eseguire tale operazione. A fronte di questa possibilità, bisogna comunque sottolineare il rischio in cui si incorre procedendo con la fresatura della fessura; infatti intervenendo su un degrado in atto, si potrebbe comprometterne ulteriormente lo stato. È possibile inoltre il verificarsi di una sorta di microfessurazione della pavimentazione in seguito al passaggio della fresa.

Bisogna inoltre porre particolare attenzione a non realizzare delle fessure o dei giunti troppo larghi in quanto il passaggio del pneumatico, sopra la superficie sigillata, causa fenomeni di sgranamento degli stessi, provocando il fallimento dell'intervento.

A causa della loro natura, le pavimentazioni flessibili sono soggette a fessurazione dovuta alla propria flessibilità.

Le fessure trattate con il sigillante da colare a caldo sono quelle aventi un'apertura superiore a 5 mm. Va precisato che da tale dimensione e fino a quella compatibile con la dimensione dell'ugello di colatura (8-10 mm), le fessure prima di essere sigillate devono essere opportunamente sagomate e fresate al fine di allargarne l'apertura e migliorarne i contorni. Tali operazioni consentono una più facile colatura del materiale ed una migliore efficacia della sigillatura nel suo complesso.

16.1.2.3 Pavimentazioni ad elementi

I degradi delle pavimentazioni ad elementi che possono essere trattati attraverso l'utilizzo di sigillante colato a caldo riguardano i giunti.

Le pavimentazioni in masselli lapidei costituiscono una sovrastruttura di riconosciuto pregio artistico e storico, per tale motivo sono spesso oggetto di tutela e di interesse per quanto riguarda il recupero e la conservazione.

La sigillatura di pavimentazioni ad elementi consiste nel trattamento specifico dei giunti tra masselli adiacenti.

16.1.3 Posa in opera

16.1.3.1 Pavimentazioni rigide o flessibili

Le operazioni di posa in opera sono sostanzialmente quelle relative alle modalità di preparazione della superficie, prima della colatura, e di installazione di tutti gli elementi e materiali necessari al buon esito della sigillatura.

Nel caso in cui, in presenza di fessure di piccole dimensioni, si proceda preventivamente alla fresatura delle stesse allo scopo di allargarle è possibile conferire alla fessura stessa una dimensione tale da consentirvi agevolmente la colatura. La fresatura può essere operata utilizzando frese ad asse verticale, fresa ruotante o sega diamantata.

La procedura da seguire è la seguente:

- a. pulizia delle fessure:
 1. spazzolatrice;
 2. getto d'aria ad alta pressione;
 3. getto d'aria calda ad alta pressione;
- b. asciugatura delle fessure;
- c. scelta del corretto rapporto dimensionale della sigillatura [larghezza/profondità] con eventuale inserzione del backer rod (su pavimentazioni rigide);
- d. applicazione del primer alla superficie;
- e. colatura del sigillante e rispetto delle temperature di colatura;
- f. eliminazione dell'adesività superficiale.

16.1.3.1.1 Pulizia della fessura/giunto

La pulizia delle fessure è certamente tra le fasi più importanti del processo di sigillatura, infatti nel caso non venga effettuata correttamente risulterà quasi impossibile, e comunque fortemente compromessa, la successiva adesione del sigillante.

Lo scopo è quello di ottenere superfici esenti da impurità e/o da eventuali elementi residui del preesistente sigillante (che può eventualmente non essere compatibile con il nuovo tipo), che pregiudicano nella quasi totalità dei casi, la buona riuscita della sigillatura.

Attualmente sono state sperimentate tre tecniche di pulizia: la tecnica criogenica, la sabbiatura, l'abrasione con smerigliatura meccanica.

La tecnica criogenica utilizza un dispositivo in grado di proiettare elementi di ghiaccio secco ad altissima velocità sulla superficie da pulire. L'impatto dà luogo ad un effetto dirompente localizzato a seguito del quale qualunque corpo estraneo viene immancabilmente asportato dalla superficie della lastra.

La pulizia con sabbiatura dovrebbe essere condotta con clima asciutto. Si consiglia, in un secondo tempo, di procedere con airblasting per rimuovere la sabbia abrasiva dalla fessura. È buona norma effettuare il passaggio della sabbiatrice lungo ogni lato della fessura orientandovi il flusso d'aria e sabbia al fine di ottenere una maggior efficacia del trattamento di pulitura. Il principale difetto di questa tecnica risiede nell'elevata dispersione di sabbia che si ha a seguito della pulizia, ciò richiede tempi elevati per la successiva rimozione.

L'abrasione con smerigliatura meccanica risulta molto efficace e relativamente poco invasiva per le lastre, è vantaggiosa sotto il profilo economico e presenta inoltre una buona rapidità di intervento. Per tali ragioni, in molti casi, se ne consiglia l'adozione.

Nel caso non si disponga di macchinari atti ad eseguire queste tecniche, si può operare la pulizia delle fessure attraverso il seguente procedimento:

a. spazzolatrice, l'operazione di pulizia deve essere effettuata nel seguente modo:

controllare che le setole siano flessibili a sufficienza per poter penetrare all'interno della crepa, ma dotate della rigidità necessaria per rimuovere polvere e detriti;

posizionare la spazzolatrice all'interno della fessura, regolandone la profondità di azione in modo che le setole siano in grado lavorare uniformemente su tutto il canale;

azionare il bloccaggio della profondità di azione, evitando così che possa accidentalmente variare durante la spazzolatura;

eseguire la spazzolatura nel canale della fessura.

Una volta rimosso dalla fessura il materiale infiltratosi (polvere, sporcizia, detriti) e quello adeso alle superfici, raccoglierlo con l'ausilio di un aspiratore.

b. getto d'aria ad alta pressione, l'operazione di pulizia deve essere effettuata nel seguente modo:

posizionare l'estremità della lancia del compressore a non più di 50 mm dalla fessura;

effettuare diversi passaggi all'interno della fessura, fintantoché non si siano rimossi da essa sporcizia, polvere e frammenti di pavimentazione;

eseguire un nuovo passaggio, mantenendo la lancia ad una distanza maggiore dalla fessura, in modo da rimuovere dalla zona circostante la crepa ciò che prima era fuoriuscito proprio da quest'ultima;

eseguire tali operazioni spostandosi sempre in avanti e mai all'indietro, per aumentare l'efficacia della rimozione.

Una volta allontanato dalla fessura il materiale precedentemente rimosso, raccoglierlo con l'ausilio di un aspiratore.

Eseguire la pulizia con getto d'aria a breve distanza dalla sigillatura della fessura, per evitare che questa tenda a ricontaminarsi con materiale estraneo.

Se la pulizia/rimozione produce scarsi risultati:

controllare che il diametro dei tubi non sia troppo piccolo ed eventualmente adottare diametri maggiori;

utilizzare un compressore più potente;

ridurre l'apertura finale della lancia.

c. getto d'aria calda ad alta pressione, l'operazione di pulizia con getto d'aria calda deve essere effettuata nel seguente modo:

posizionare l'estremità della lancia riscaldata a non più di 50 mm dalla fessura;

effettuare un primo passaggio all'interno della fessura, rimuovendo dalle superfici sporcizia, polvere, frammenti di pavimentazione;

porre attenzione a non bruciare la pavimentazione durante questo primo passaggio; il surriscaldamento della pavimentazione si ha quando questa tende ad assumere un colore nero.

Durante l'operazione di pulizia verificare che le lance riscaldate siano in grado di fornire un flusso continuo di aria calda ad alta pressione, senza presenza di fiamme in corrispondenza dell'ugello. Eseguire un secondo passaggio, mantenendo la lancia ad una distanza maggiore dalla fessura, in modo da rimuovere dalla zona circostante la crepa ciò che prima vi era fuoriuscito. Effettuare tali operazioni spostandosi sempre in avanti e mai all'indietro, per aumentare l'efficacia della rimozione. Una volta allontanato dalla fessura il materiale precedentemente rimosso, raccoglierlo con l'ausilio di un aspiratore.

Eseguire la pulizia con getto d'aria calda a breve distanza dalla sigillatura della fessura, per evitare che gli effetti benefici derivanti dal riscaldamento della superficie vadano persi e la crepa tenda a ricontaminarsi con materiale estraneo.

In ogni caso questa operazione può essere eseguita con la medesima procedura utilizzando una fiamma in luogo dell'aria calda ad alta pressione.

16.1.3.1.2 Asciugatura delle fessure

La parete della fessura/giunto, oltre ad essere pulita, deve risultare perfettamente asciutta, dal momento che l'acqua, nonostante la presenza del primer, impedisce e comunque inibisce lo sviluppo di legami adesivi tra sigillante e parete. L'operazione di asciugatura può essere eseguita semplicemente con un getto di aria calda o con l'ausilio di una fiamma. Quest'ultima risulta più agevole nelle applicazioni pratiche e consente una migliore asciugatura delle pareti.

16.1.3.1.3 Scelta del corretto rapporto dimensionale della sigillatura [larghezza/profondità]

La durabilità di una sigillatura è legata a diversi fattori: proprietà coesive, adesive, allungamenti ammissibili, resistenza ai cicli termici del sigillante, etc... A questi deve senz'altro aggiungersi il fattore di forma che condiziona il regime di sforzi interni del sigillante. Usando rapporti L/P (dove L è la larghezza della fessura e P è la profondità della sigillatura) 1:2, 1:3 si ha generalmente un effetto benefico dovuto al forte grado di penetrazione che si consegue tra sigillante e fessura. L'eventuale presenza di ulteriore spazio sotto la sigillatura può essere riempita con materiale poliuretanico, non suscettibile alle temperature, non infiammabile e non idrofilo. Nel caso vi sia la necessità si può prevedere l'inserimento dell'elemento di sostegno (backer rod) come descritto di seguito in caso di giunti in pavimentazioni rigide.



L'utilizzo dell'elemento di sostegno si limita al campo applicativo dei giunti di pavimentazioni rigide. Esso è indispensabile per evitare l'affondamento del sigillante nel vuoto del giunto ed impedirne l'adesione al fondo delle pareti. Si sottolinea che la corretta installazione favorisce il mantenimento dell'opportuno spessore del sigillante. Il backer rod deve possedere particolari caratteristiche di flessibilità e compressibilità, non deve restringersi ed essere assorbente, sia per evitare l'affondamento del sigillante nel giunto, che per opporsi all'imbibizione dell'acqua che ne comprometterebbe la funzionalità. Nella fattispecie il backer rod dovrà resistere alle elevate temperature della colatura. È fondamentale che il

sigillante utilizzato e l'elemento sostenitore siano compatibili. Tale elemento deve avere dimensioni tali da essere pari al 150% della dimensione del giunto sul quale si intende intervenire per evitare che si crei un deleterio gioco tra le superfici a contatto.

L'installazione deve essere effettuata in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- l'elemento di sostegno non deve essere danneggiato;
- i bordi del giunto e la pavimentazione circostante non devono risultare danneggiate a seguito dell'operazione di installazione;
- la profondità di installazione deve essere quella specificata in fase di progetto;
- l'elemento di sostegno deve risultare asciutto e pulito; questo per evitare che il giunto, dove è appena stata effettuata la rimozione di materiale estraneo, venga nuovamente contaminato.

Vengono di seguito analizzate le specifiche per l'installazione mediante due tra le metodologie possibili:

- a) installazione manuale, l'installazione deve essere effettuata nel seguente modo:
 1. controllare che la larghezza dell'elemento di sostegno sia idonea per l'installazione nel giunto, per evitare:
 2. che rimangano spazi vuoti tra le superfici e l'elemento di sostegno;
 3. che l'elemento di sostegno tenda a sprofondare nel giunto;
 4. infilare l'elemento di sostegno all'interno del giunto con il solo aiuto delle mani, per tutta la lunghezza del giunto; fare attenzione a non spingerlo troppo oltre la profondità di progetto;
 5. mediante l'utilizzo di una mazzetta e di un ferro a T, spingere l'elemento di sostegno nel giunto, fino a fargli raggiungere una profondità leggermente maggiore rispetto a quella di progetto; questo è necessario in quanto il backer rod tende a comprimersi una volta posto in opera;
- b) asta d'installazione a 3 ruote, nel caso in cui si utilizzi l'asta a 3 ruote, l'installazione deve avvenire nel seguente modo:
 1. controllare che la larghezza dell'elemento di sostegno sia idonea per l'installazione nel giunto, per evitare:
 2. che rimangano spazi vuoti tra l'elemento di sostegno e le superfici del giunto;
 3. che l'elemento di sostegno tenda a sprofondare nel giunto;
 4. prendere lo strumento d'installazione a 3 ruote verificando che la ruota centrale abbia una larghezza adatta ai giunti e non tenda a tagliare o danneggiare l'elemento di sostegno;
 5. infilare l'elemento di sostegno in maniera superficiale all'interno del giunto;
 6. regolare la ruota centrale, in modo da raggiungere una profondità leggermente maggiore rispetto a quella di progetto; questo è necessario perché il backer rod tende a comprimersi una volta posto in opera;
 7. disporre la ruota centrale in modo da centrarla sul giunto;
 8. passare con lo strumento a 3 ruote per due volte lungo tutto il giunto, così da raggiungere la profondità necessaria ad una corretta installazione;

Durante l'operazione di installazione, porre particolare attenzione a non rovinare l'elemento di sostegno; se ciò avvenisse, questo dovrà essere rimosso e sostituito con uno nuovo.

Al termine dell'installazione, controllare che non vi siano spazi vuoti tra backer rod e superfici del giunto e tra backer rod attigui.

Nel caso di sigillatura contemporanea di giunti longitudinali e trasversali:

- installare l'elemento di sostegno prima lungo il giunto trasversale;
- tagliare l'elemento di sostegno in corrispondenza delle intersezioni con il giunto longitudinale;
- installare l'elemento di sostegno lungo il giunto longitudinale.

Nel caso le operazioni di applicazione del sigillante subissero un ritardo e vi fosse nuova contaminazione del giunto con polvere, sporcizia o umidità:

- pulire il giunto con un flusso d'aria a bassa pressione;
- porre attenzione a non spingere l'elemento di sostegno a profondità maggiori;
- rimuovere quelle parti di backer rod contaminate dall'umidità, per evitare di ridurre l'efficacia del trattamento.

16.1.3.1.4 Applicazione del primer alla superficie

Il primer è un promotore di adesività e la sua presenza è indispensabile. La sua applicazione all'interno della fessura prima di colarvi il sigillante consente di creare una sottile pellicola adesiva che migliora l'adesività tra il sigillante stesso

e le pareti delle lastre. Il prodotto si applica con un pennello all'interno della fessura precedentemente pulita ed asciugata. In alternativa può essere adoperata anche la tecnica a spruzzo.

Per permettere al primer di fare presa e quindi di migliorare l'adesività tra le lastre e il sigillante bisogna aspettare 10 – 20 minuti prima di procedere alla fase successiva di colatura.

Nel caso di pavimentazioni in conglomerato bituminoso, durante l'applicazione del primer, potrebbero insorgere dei problemi di degrado delle pareti della fessura a causa della natura chimica del primer stesso che provoca lo scioglimento di parte del bitume della pavimentazione. Si raccomanda quindi di verificarne la compatibilità con il conglomerato bituminoso presente nella pavimentazione prima di procedere alla stesura completa.

16.1.3.1.5 Colatura del sigillante e rispetto delle temperature di colatura

Il sigillante è generalmente disponibile in pani di forma parallelepipedica, di varie dimensioni, che vengono introdotti in una caldaia nella quale avviene il riscaldamento primario. Da tale caldaia è opportuno travasare di volta in volta modeste quantità di sigillante in altre caldaie di dimensioni più piccole, attrezzate con idoneo ugello per la fase di colatura.

Durante l'intera procedura di riscaldamento e fino alla colatura, la temperatura del sigillante deve essere costantemente controllata e tenuta il più possibile prossima a quella per la quale si ha la viscosità minima necessaria per la colatura (di norma circa 190 °C e comunque indicata dal produttore). Nel caso fosse possibile è sempre preferibile usare caldaie diatermiche.

Un riscaldamento eccessivo, da un lato "auspicabile" dall'operatore, in quanto il sigillante assume una viscosità molto bassa che consente di velocizzare notevolmente l'operazione di colatura, dall'altro conduce inevitabilmente alla "bruciatura" del materiale con perdita pressoché totale delle proprietà chimiche, fisiche e meccaniche e con esse il fallimento della sigillatura. Si raccomanda quindi di procedere alla colatura del sigillante alla temperatura indicata dal produttore.

Si sottolinea che la colatura del sigillante all'interno del giunto non deve raggiungerne la superficie, pertanto il livello deve risultare inferiore di alcuni millimetri rispetto alla superficie della pavimentazione, in modo da evitarne la possibile fuoriuscita a causa della contrazione del giunto.

Una volta terminata la colatura del sigillante nella fessura è possibile riscaldarlo nuovamente attraverso una fiamma. Mediante questa operazione la parte più superficiale si scioglie, penetra maggiormente nella fessura e ne assume la sagoma, conferendo così una migliore adesione all'interfaccia delle superfici a contatto e permettendo una migliore impermeabilizzazione.

16.1.3.1.6 Eliminazione dell'adesività superficiale

Una volta colato, il sigillante comincia lentamente a raffreddarsi e a far presa. Una volta che la temperatura è scesa di alcune decine di gradi (fino a circa 60-70 °C) è opportuno cospargere, sulla superficie del sigillante, degli aggregati lapidei di materiale fine per eliminare l'adesività superficiale e creare una protezione del sigillante. Gli aggregati superficiali utilizzabili sono l'ardesia o la graniglia.

16.1.3.2 Pavimentazioni a blocchi

Il procedimento da seguire sarà il seguente:

- preparazione del giunto;
- applicazione della sabbia da riempimento;
- preparazione ed applicazione del sigillante.

16.1.3.2.1 Preparazione del giunto

La preparazione consiste nella pulizia del giunto dal materiale che è penetrato in esso (polvere, detriti, frammenti di pavimentazione).

Prima di rimuovere il materiale che è penetrato all'interno del giunto si procede alla pulizia del giunto mediante sabbiatura. La pulizia con sabbiatura dovrebbe essere condotta con clima asciutto. Si consiglia, in un secondo tempo, di procedere con airblasting per rimuovere la sabbia abrasiva dalla fessura. È buona norma effettuare il passaggio della sabbiatrice lungo ogni lato della fessura orientandovi il flusso d'aria e sabbia al fine di ottenere una maggior efficacia del trattamento di pulitura.

L'operazione di rimozione del materiale presente nel giunto deve essere eseguita con getto d'aria ad alta pressione. Nel caso in cui la temperatura della pavimentazione sia inferiore a 4 °C e il giunto non si trovi in condizioni asciutte, l'operazione di rimozione deve essere effettuata con getto d'aria calda ad alta pressione, non solo per rimuovere i

detriti, ma anche per asciugare il giunto e riscaldare le pareti dello stesso al fine di ottenere un'adesione ottimale del sigillante.

Per effettuare la pulizia del giunto attraverso il getto d'aria compressa bisogna posizionare l'estremità della lancia del compressore ad aria a non più di 50 mm dal giunto; posizionare la lancia in maniera tale che formi un angolo minimo con la superficie pavimentata per evitare che durante la pulizia possa venir asportata la sabbia che riempie il giunto.

Inoltre bisogna effettuare diversi passaggi all'interno del giunto, fintantoché non si siano rimossi da esso sporcizia, polvere e detriti. Una volta allontanato dal giunto il materiale rimosso, raccoglierlo con l'ausilio di un aspiratore.

Se la pulizia/rimozione produce scarsi risultati:

adottare maggiori diametri dei tubi;

utilizzare un compressore più potente;

ridurre l'apertura finale della lancia.

Se la pulizia del giunto viene effettuata con getto d'aria calda, bisogna preliminarmente verificare che le lance riscaldate siano in grado di fornire un flusso continuo di aria calda ad alta pressione, senza presenza di fiamme in corrispondenza dell'ugello. Una volta verificato ciò bisognerà procedere come sopra, posizionando l'estremità della lancia riscaldata a non più di 50 mm dal giunto, formando un angolo minimo con la superficie pavimentata al fine di evitare che durante la pulizia possa venir asportata la sabbia che riempie il giunto.

Finite le operazioni di pulizia attraverso sabbatura e getto d'aria, si utilizzano dei solventi, inseriti all'interno del giunto, per sciogliere le impurità residue e permettere così una migliore adesione del sigillante alle pareti.

16.1.3.2.2 Applicazione della sabbia da riempimento

L'applicazione della sabbia da riempimento deve essere eseguita in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

la granulometria della sabbia da riempimento deve corrispondere a quella raccomandata dal produttore del sigillante;

granulometrie differenti potrebbero ridurre la capacità di adesione del sigillante alla sabbia stessa;

il giunto deve essere riempito fino alla profondità di progetto, così che in seguito alla colatura di sigillante si ottenga il fattore di forma desiderato;

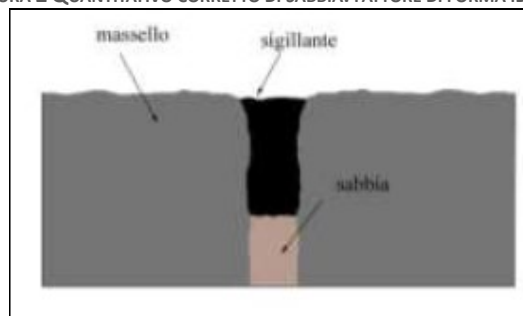
la sabbia da riempimento non deve risultare umida, per evitare di contaminare il giunto e compromettere l'adesività a causa della formazione di bolle nella massa del sigillante;

i bordi del giunto e la pavimentazione circostante non devono presentare danno di alcun tipo, a seguito dell'operazione di riempimento.

Per applicare la sabbia di riempimento bisogna cospargere la superficie dei masselli con la sabbia, quindi facilitarne la penetrazione nei giunti mediante scope. Successivamente si procede a costipare la sabbia all'interno dei giunti, servendosi di strumenti appositi, quali cazzuole.

Non utilizzare un quantitativo di sabbia superiore a quella definita nella fase di progetto; questo infatti significherebbe avere una profondità di penetrazione del sigillante inferiore a quella prestabilita, anche dopo costipazione. Il raggiungimento di una profondità inferiore porterebbe una riduzione del fattore di forma del sigillante successivamente colato (rapporto profondità /larghezza del materiale applicato). L'utilizzo di un fattore di forma insufficiente significa una minore efficacia del trattamento, che pertanto sarà più esposto al rischio di asportazione da parte dei veicoli.

FIGURA 2 QUANTITATIVO CORRETTO DI SABBIA: FATTORE DI FORMA IDONEO



16.1.3.2.3 Preparazione ed applicazione del sigillante blocchi

La sigillatura deve essere eseguita in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

il materiale colato non deve superare il piano viabile né ricoprire i bordi del giunto;

la colatura deve essere eseguita in maniera uniforme, in modo da non presentare discontinuità o stratificazioni che ridurrebbero la resistenza meccanica del trattamento;

la colatura del sigillante all'interno del giunto deve raggiungere un livello inferiore di alcuni millimetri rispetto alla superficie della pavimentazione, in modo da evitare la possibile fuoriuscita del materiale causa della contrazione del giunto.

L'applicazione può essere effettuata in svariati modi; ne vengono analizzati di seguito due:

caldaia diatermica e recipienti per l'applicazione;

vasca di fusione a doppio rivestimento con lancia per l'applicazione.

16.1.3.2.3.1) Applicazione con caldaia diatermica e recipienti per l'applicazione

Il primo metodo d'applicazione consiste nell'utilizzo di una caldaia diatermica dotata di rilevatore di temperatura e di un recipiente per l'applicazione del sigillante. La preparazione e l'applicazione devono essere effettuate nel seguente modo:

- a) dotarsi di una quantità di materiale sufficiente per poter realizzare la sigillatura;
- b) inserire gli elementi di sigillante all'interno della caldaia, permettendo a ciascuno di essi di fondersi pressoché completamente prima dell'introduzione del successivo;
- c) controllare, attraverso il termometro esterno, che nella caldaia si raggiunga il punto di fusione del materiale e mescolare il materiale servendosi dell'apposito agitatore esterno;
- d) una volta completata la fusione del materiale e raggiunta la temperatura d'installazione consigliata, versare il sigillante fuso all'interno di un recipiente per la posa in opera;
- e) versare il materiale all'interno del giunto in modo da riempirlo, dal basso verso l'alto, senza superare il piano stradale finito, evitando il formarsi di bolle d'aria;
- f) applicare il sigillante con un moto continuo per evitare la formazione di spazi vuoti in parti del giunto;
- g) controllare periodicamente la temperatura e il livello del sigillante all'interno della caldaia, aggiungendo materiale se necessario.
- h) Ispezionare la posa in opera, rilevando e risolvendo eventuali problemi come segue:
 - a) se il sigillante presenta bolle sulla sua superficie, controllare che la sabbia utilizzata come riempitivo sia asciutta;
 - b) se il sigillante tende a sprofondare all'interno del giunto, controllare che la costipazione della sabbia sia stata effettuata in maniera corretta;
- i) se il sigillante non aderisce alle pareti del giunto, controllare che:
 - a) le pareti del giunto siano state pulite correttamente;
 - b) la temperatura di applicazione del sigillante non sia inferiore a quella raccomandata dal produttore;
 - c) la temperatura della pavimentazione non sia troppo bassa;
- j) se il sigillante tende a rimanere viscoso dopo la posa in opera, controllare che non abbia subito surriscaldamento o sia stato riscaldato troppo a lungo.
- b) Proteggere il materiale colato stendendo uno strato di polvere di ardesia o di talco, per ridurre l'adesione del sigillante ai pneumatici dei veicoli, quando la strada viene riaperta al traffico.
- c) Non permettere a nessun macchinario/veicolo di passare sopra al giunto, fino a quando il sigillante non sia completamente reticolato.

16.1.3.2.3.2) Applicazione con vasca di fusione a doppio rivestimento con lancia per l'applicazione

- d) Il secondo metodo consiste in una vasca di fusione a doppio rivestimento; tra il primo e il secondo rivestimento è contenuto dell'olio, che viene riscaldato attraverso una fonte di calore esterna; una volta caldo, l'olio permette la fusione del materiale contenuto nella vasca di fusione. Alla vasca di fusione è collegato un tubo, terminante con una lancia per l'applicazione del materiale.
- e) Nel caso che i lavori di sigillatura vengano eseguiti con il secondo metodo, l'installazione del sigillante deve avvenire nel seguente modo:
- f) controllare che non vi sia formazione di carbonio sulle superfici della vasca di fusione, perché questo potrebbe portare a surriscaldamento del sigillante;
- g) pulire e calibrare accuratamente i sensori di temperatura;
- h) scaldare l'olio che circonda la vasca di fusione, fino ad una temperatura non superiore di 24 °C al valore di sicurezza raccomandato dal produttore del sigillante;

- i) inserire gli elementi di sigillante all'interno della caldaia, permettendo a ciascuno di essi di fondersi, pressoché completamente, prima dell'introduzione del successivo;
- j) mantenere il sigillante tra la temperatura consigliata di applicazione e la temperatura di riscaldamento in sicurezza;
- k) controllare la temperatura della pavimentazione in quanto l'applicazione del sigillante deve avvenire quando il manto stradale supera i 4°C, è in condizioni asciutte e la temperatura dell'aria oltrepassa il punto di rugiada; se la temperatura della pavimentazione è inferiore a 4 °C e il giunto si trova in condizioni umide, riscaldarli con getto d'aria calda mediante una lancia riscaldata, connessa ad un compressore;
- l) posizionare la parte terminale della lancia di applicazione del sigillante all'interno del giunto, così da evitare che il materiale possa finire sulla pavimentazione o ricoprire i bordi del giunto;
- m) versare il materiale all'interno del giunto in modo da riempirlo dal basso verso l'alto senza superare il piano stradale finito, evitando che possano formarsi bolle d'aria.
- n) applicare il sigillante senza interruzioni e muovendo la lancia in modo che il materiale fuoriesca dietro di essa. Quando non si sta applicando il materiale, rimescolare il sigillante nella vasca di fusione;
- o) se il sigillante non aderisce alle pareti del giunto, controllare che:
 - se il sigillante presenta bolle sulla sua superficie, controllare che la sabbia utilizzata come riempitivo sia asciutta;
 - se il sigillante tende a sprofondare all'interno del giunto, controllare che la costipazione della sabbia sia stata effettuata in maniera corretta;
- p) se il sigillante non aderisce alle pareti del giunto, controllare che:
 - le pareti del giunto siano state pulite correttamente;
 - la temperatura di applicazione del sigillante non sia inferiore a quella raccomandata dal produttore;
 - la temperatura della pavimentazione non sia troppo bassa;
- q) se il sigillante tende a rimanere viscoso dopo la posa in opera, controllare che non abbia subito surriscaldamento o sia stato riscaldato troppo a lungo.

Proteggere il materiale colato stendendo uno strato di polvere di ardesia o di graniglia, per ridurre l'adesione del sigillante ai pneumatici dei veicoli, quando la strada viene riaperta al traffico.

Non permettere a nessun macchinario/veicolo di passare sopra al giunto, fino a quando il sigillante non sia completamente indurito.

16.2 SIGILLATURA A FREDDO CON NASTRINO PREFORMATO

Si definisce sigillatura a freddo con nastrino preformato l'intervento a carattere manutentivo, mediante il quale si interviene su pavimentazioni rigide e flessibili, in fessure di piccola larghezza, al fine di evitare un più veloce deterioramento delle sovrastrutture considerate. Il nastrino preformato, una volta applicato a cavallo delle fessure, costituisce una vera e propria barriera di protezione degli strati e del sottofondo della pavimentazione da qualsiasi aggressione atmosferica e dall'ingresso accidentale di materiale estraneo, contrastando temporaneamente i fenomeni di degrado superficiale della pavimentazione quali sgranamento e rottura dei bordi della fessura.

Si utilizza anche per la sigillatura dei bordi dei rappezzi in conglomerato bituminoso nei casi in cui sia stata eseguita la fresatura dello strato esistente.

16.2.1 Materiali

Facendo riferimento alla classificazione fornita dall' ACI (American Concrete Institute), tra i tipi di materiali adatti alla sigillatura, si trovano quelli preformati applicati a freddo [SHRP-M/UFR-91-504 Innovative material and equipment for pavement surface repair].

Il materiale utilizzato è un tipo di sigillante bituminoso già preformato da applicare, direttamente allo stato in cui si trova e a freddo, in modo da ricoprire la fessura e anche parte della pavimentazione su entrambi i bordi, formando in tal modo una sorta di ponte continuo (overband) [SHRP-H- 348, Materials and procedures for sealing and filling cracks in asphalt-surfaced pavements]. Per maggiori dettagli si rimanda al 4.2 relativo alle modalità di posa in opera. Il sigillante sagomato a nastro è disponibile sotto forma di rotoli di diversa larghezza, da montare sull'apposito strumento di applicazione, ha uno spessore di alcuni millimetri per non creare impedimenti al passaggio dei veicoli, e possiede caratteristiche di elevata adesività e impermeabilizzazione. Tra i materiali necessari alla sigillatura si trovano anche il primer e gli aggregati superficiali. Il primo di questi elementi ha la funzione di attivare l'adesione tra pavimentazione e sigillante, i secondi servono invece a rendere ruvida e antiaderente la superficie del materiale appena posato.

16.2.1.1 Sigillante

Il materiale in questione è un nastro sigillante di bitume modificato con elastomeri “SBR” e resine tekizzanti, estruso, preformato, prefabbricato industrialmente e pronto all’uso.

Il sigillante deve avere delle caratteristiche ideali tali da massimizzarne le sue prestazioni, una volta posto in opera, e da assicurarne una lunga durata.

Si sottolinea che il buon funzionamento del nastro si ottiene a condizione che lo stesso sia posato su strade con medio/alto traffico veicolare, così che la conseguente rullatura ne favorisca la compattazione all’interno della fessura.

Il sigillante a nastro preformato da applicare a freddo è costituito da un bitume modificato con gomme tipo SBR (10-15%), gomma riciclata (10-20%), resine alifatiche (3-5%), cariche minerali (10-15%) e olio di

processo. Il bitume è di tipo emulsionabile 160-220 (specifiche C.E.N.) con un contenuto di paraffina (CNR BU 66) < 0,5 % in peso e un contenuto di zolfo (ASTM D1552-83) < 3 % in peso onde prevenire invecchiamento e infragilimento del sigillante. La gomma è di tipo copolimero stirene-butadiene a blocchi con un una percentuale di stirene del 30-32%. La gomma riciclata non deve contenere polimeri clorurati. La resina è di tipo alifatica con punto di rammollimento palla e anello (ASTM E2896) 96-104°C e

viscosità a 160°C (ASTM D-3236-88) da 2.000 a 3.000 mPa.s. L’olio di processo ha una viscosità cinematica a 40°C (ASTM D-445) 90-105 mm²/s e un punto di infiammabilità (ASTM D-92) > 250°C.

TABELLA 16.311 REQUISITI PRESTAZIONALI DELLA MESCOLO CON CUI SI REALIZZA IL NASTRINO A FREDDO

	Proprietà dei materiali	Valore	Tipo di Test
1	Punto di Rammollimento, in °C	>150	EN 1427
2	Penetrazione a cono a 25°C, in dmm	da 20 a 40	EN 13880-2
3	Penetrazione a sfera a 25°C, in dmm	da 3 a 10	EN 13880-3
4	Resistenza allo scorrimento a 60°C, in mm	<5	EN 13880-5
5	Viscosità Brookfield a 180°C, in CPs	150000-250000	EN 13072-2

TABELLA 16.312 REQUISITI PRESTAZIONALI DEL NASTRINO A FREDDO

	Proprietà dei materiali	Valore	Tipo di Test
1	Resistenza all’attrito radente, in BPN	>60	CNR BU 105 del 15/03/85

16.2.1.2 Primer

Il primer è un materiale che funge da attivatore di adesione tra sigillante e superficie di posa. È un prodotto in forma liquida che viene posto in opera con l’ausilio di un apposito pennello dopo aver pulito la fessura od il giunto. Normalmente, prima di procedere alla colatura del sigillante, si lascia trascorrere un breve tempo, 10 – 20 minuti, affinché esso si asciughi e sia in grado di sviluppare una presa efficace. L’uso di questo prodotto, in ragione anche del suo costo contenuto, è fortemente raccomandato dagli stessi produttori di sigillante in quanto migliora il risultato finale della sigillatura favorendo una forte adesione tra le superfici dei materiali a contatto. Il primer costituisce pertanto parte integrante del “sistema” sigillatura ovvero l’insieme dei tre elementi: sigillante – primer – giunto.

Per quanto concerne la composizione ed i requisiti del primer, esso dovrà essere costituito da una soluzione a base solvente di gomme termoplastiche tipo SBS e SIS (5-10%), resine alifatiche (20-30%) e solventi non polari (50-60%). La gomma termoplastica dovrà essere di tipo copolimero stirene-butadiene a blocchi con un una percentuale di stirene del 30-32 % e un copolimero stirene-isoprene con una percentuale di stirene > 15%. La resina sarà di tipo alifatica con punto di rammollimento palla e anello (ASTM E2896) 120-140°C e viscosità a 160°C (ASTM D-3236-88) da 2.000 a 4.000 mPa.s.

16.2.1.3 Aggregati superficiali

Si tratta di materiali lapidei quali graniglia di basalto e di polvere di ardesia con granulometria inferiore a 2 mm, che vengono stesi sulla superficie del sigillante preformato a nastro, poco dopo la colatura, in modo da costituire un manto di copertura uniforme. La funzione degli aggregati superficiali è quella di impedire che il sigillante appena posto in opera, avente una forte propensione ad aderire ai pneumatici, venga immediatamente ed irrimediabilmente asportato dalla superficie di posa.

16.2.2 Applicazione

La sigillatura deve essere eseguita con temperature atmosferiche medie (da 7°C a 18°C), come in autunno o in primavera. Ciò favorisce l'apertura, per lo meno parziale, delle fessure, consentendo di intervenire rapportandosi al valore medio della larghezza della fessura su tutto l'arco dell'anno.

Prima di scegliere l'utilizzo del nastro preformato va posta particolare attenzione, attraverso monitoraggio preventivo, al movimento orizzontale che le fessure possono avere durante l'anno.

Nel caso delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso, la sigillatura con nastro preformato posato a freddo consente di operare sulle fessure di larghezza compresa tra 5 mm e 20 mm. Nel caso invece delle pavimentazioni rigide è indicato anche per le micro fessure.

Il nastro avrà una larghezza compresa tra 40 e 100 mm e spessori di 4 + 0,2 mm.

In funzione della larghezza della lesione deve essere usato il nastro adatto:

- il rapporto tra larghezza nastro e larghezza lesione non deve essere > 2,5 Indicativamente:
- nastro di 40mm per lesioni < 15mm
- nastro di 50mm per lesioni < 20mm
- il nastro di larghezze superiori (es 100 mm) è indicato solo in casi particolari.

Il nastro è sconsigliato per l'utilizzo su lesioni trasversali

Il nastro preformato da posare a freddo, in ambito di pavimentazioni rigide, può essere utilizzato per:

- sigillare e chiudere lesioni superficiali e fessure per impedire l'infiltrazione d'acqua nel sottofondo stradale;
- collegare e sigillare superfici stradali complanari a seguito di interventi di ripristino e/o manutenzione, quali rappezzi o giunti tra nuova e vecchia pavimentazione, a seguito di interventi di cablaggio o posa di impianti fognari o tecnologici;
- collegare e sigillare giunti di stesa e di ripresa, per impedire preventivamente lo sgretolamento del conglomerato bituminoso e l'insorgere delle fessurazioni;
- sigillatura longitudinale e trasversale di strati complanari nella carreggiata stradale;

16.2.3 Posa in opera

Si definisce posa in opera l'insieme degli interventi per mezzo dei quali è possibile realizzare la sigillatura, ovvero il complesso degli elementi: sigillante – giunto/fessura. Le operazioni di messa in opera sono sostanzialmente quelle relative alle modalità di preparazione della superficie, prima della posa, e di attuazione di tutti gli accorgimenti necessari al buon esito della sigillatura.

La procedura da seguire è la seguente:

- a. pulizia delle fessure:
 1. spazzolatrice;
 2. getto d'aria ad alta pressione;
 3. getto d'aria calda ad alta pressione;
- b. asciugatura delle fessure;
- c. applicazione del primer alla superficie;
- d. preparazione ed applicazione del sigillante;
- e. eventuale riscaldamento con fiamma;
- f. eliminazione dell'adesività superficiale.

16.2.3.1.1 Pulizia delle fessure

Vedi 16.1.3.1.1

16.2.3.1.2 Asciugatura delle fessure

Vedi 16.1.3.1.2

16.2.3.1.3 Applicazione del primer alla superficie

Vedi 16.1.3.1.4

16.2.3.1.4 Preparazione ed applicazione del sigillante

La sigillatura deve essere eseguita in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- il nastro deve ricoprire completamente il canale della fessura, lungo tutto il suo sviluppo;
- i bordi della fessura e la pavimentazione circostante non devono risultare danneggiate, a seguito dell'operazione di installazione del sigillante.

L'applicazione del nastro deve avvenire nel seguente modo:

- misurare la larghezza della fessura in più punti, ricavando il valore medio delle misure; il numero di misurazioni non deve essere costante, ma variare in base alla lunghezza di sviluppo della fessura: fessure che abbiano estensioni maggiori richiedono più misure;
- una volta determinata la larghezza media della fessura, scegliere un nastro di dimensioni idonee.
- inserire il rotolo di sigillante all'interno della macchina per l'applicazione.
- centrare la macchina per l'applicazione lungo la fessura;
- iniziare la stesa del nastro sulla lesione, ponendo attenzione che il nastro ricopra completamente la crepa: una copertura inadeguata della fessura pregiudicherebbe tutto il trattamento.

Ispezionare la posa in opera; se il sigillante non aderisce alle pareti della fessura, controllare che:

- le pareti della fessura siano state pulite correttamente;
- la temperatura della pavimentazione non sia troppo bassa.

16.2.3.1.5 Eventuale riscaldamento con fiamma

Nel caso si operi la sigillatura in periodo invernale, o comunque con temperature rigide, è conveniente riscaldare leggermente il nastrino con fiamma, una volta che questo è stato posato, in modo da farlo aderire meglio alla pavimentazione.

16.2.3.1.6 Eliminazione dell'adesività superficiale

Per attenuare l'adesività superficiale si protegge il nastro stendendo uno strato di polvere di ardesia, di graniglia. In questo modo si limitano le proprietà adesive del materiale, riducendo così il rischio di asportazione del sigillante da parte dei pneumatici dei veicoli.

Infine si riapre la strada al traffico, in modo che il nastro venga pressato dai carichi veicolari, penetrando all'interno della fessura e ricoprendo ulteriormente i bordi della stessa.

16.3 PROTOCOLLO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ADESIONE/COESIONE PER I SIGILLANTI APPLICATI A CALDO (PROCEDIMENTO CON IMMERSIONE IN ACQUA) - TEST 1

Questo protocollo di prova descrive un metodo per la determinazione delle caratteristiche di adesione e di coesione dei sigillanti applicati a caldo. Per quanto riguarda la procedura da seguire, ossia il metodo per l'esecuzione del test, il medesimo fa riferimento alla normativa europea EN 13880-13 individuando alcune alternative di svolgimento della stessa al fine di semplificarne la realizzazione.

Lo scopo di questo test è stabilire se i sigillanti restino coesi ed adesi alla pavimentazione qualora siano soggetti a cicli di estensione secondo la prEN 14188-1:2004.

Per quanto concerne le apparecchiature necessarie all'esecuzione del test si rimanda alla EN 13880-13.

16.3.1 Preparazione e condizionamento dei provini

I provini di sigillante da applicare a caldo vengono confezionati in accordo con la prEN 13880-6. Per quanto riguarda la composizione della miscela e le modalità di confezionamento dei provini di calcestruzzo da utilizzarsi per questo test si

rimanda alla EN 13880-12, mentre per i provini in conglomerato si rimanda alla EN 13880-11. Per le dimensioni dei suddetti provini si faccia riferimento alla EN 13880-13 alla quale è possibile apportare, qualora necessario, le seguenti varianti: anziché provini in accordo con le suddette norme, si possono accettare masselli con dimensioni di 125mm di lunghezza, 90mm di larghezza e 25mm di altezza. La larghezza del giunto dovrà essere di (9 ± 0.5) mm e la sua preparazione andrà eseguita a regola d'arte e con le stesse modalità valevoli per la posa in opera.

Per il confezionamento dei provini e la preparazione dei giunti è di fondamentale importanza utilizzare gli stessi materiali e criteri di posa in opera, nonché eseguire tutte le operazioni a regola d'arte come da indicazioni del produttore.

È inoltre necessario assicurarsi che la superficie all'interfaccia dei giunti sia adeguata alle condizioni di prova e rispecchi le condizioni di esercizio.

Per la conservazione dei provini si veda la EN 13880-13, alla quale si applica la seguente variante:

l'immersione in acqua a temperatura ambiente (23 ± 2 °C) dei provini deve avvenire per una durata di 3 giorni.

16.3.2 Procedura

La procedura segue la EN 13880-13 solo per la determinazione e la valutazione delle tensioni massime e finali. Per determinare le estensioni si fa riferimento alla procedura che verrà di seguito indicata.

Mettere il provino nella camera climatica alla temperatura corrispondente a quella più bassa prevista in sito (T_{es}^{min} , determinata in fase di progetto), diminuita ulteriormente di 5°C, per un periodo di 48 ore.

Nel caso di pavimentazioni rigide si estende il provino, precedentemente portato alla T_{es}^{min} , di una quantità pari alla dilatazione massima prevista in sito Ext_{es}^{max} (determinata in fase di progetto) incrementata del 20%, e comunque complessivamente non inferiore al 50%.

Nel caso di pavimentazioni flessibili si estende il provino, precedentemente portato alla T_{es}^{min} , di una quantità pari alla dilatazione massima prevista in sito Ext_{es}^{max} (determinata in fase di progetto) incrementata del 10%, e comunque complessivamente non inferiore al 50%.

Inserire i distanziatori per mantenere il provino esteso di tale quantità.

Prelevare il provino dal freezer e lasciarlo a temperatura ambiente per 5 giorni.

Ogni 24 ore dall'inizio della prova procedere ad un'ispezione visiva per verificare eventuali perdite di adesione/coesione e per verificare manualmente l'eventuale formazione di bolle all'interno del sigillante.

16.3.3 Procedura dopo immersione in acqua

Seguire la procedura precedentemente descritta per la preparazione e l'estensione dei provini.

Inserire i distanziatori per mantenere il provino esteso di tale quantità.

Mettere il provino nel contenitore per il bagno d'acqua alla temperatura ambiente (23 ± 2 °C) per un periodo di 72 ore.

Prelevare il provino dal bagno d'acqua e lasciarlo a temperatura ambiente per 5 giorni.

Ogni 24 ore dall'inizio della prova procedere ad un'ispezione visiva per verificare eventuali perdite di adesione/coesione e per verificare manualmente l'eventuale formazione di bolle all'interno del sigillante.

16.3.4 Risultati

Se il provino manifesta perdite di adesione/coesione o formazione di bolle al suo interno, è necessario annotare dopo quanto tempo, dall'inizio della prova, questo si verifica (dopo: 24 ore, 48 ore, 72 ore, ecc.); in questo caso la prova viene considerata conclusa con esito negativo.

Se il provino, terminata la prova, non manifesta alcuna perdita di adesione/coesione o formazione di bolle al suo interno, la prova viene considerata conclusa con esito positivo.

I risultati di prova devono dichiarare che la procedura è stata eseguita conformemente al test e devono contenere le seguenti informazioni:

- nome del campione e tipo del sigillante;

- nome del primer e relativa descrizione, se utilizzato;
- provenienza del campione e data di confezionamento;
- data del test e risultati ottenuti;
- nome del laboratorio di analisi

16.4 PROTOCOLLO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ADESIONE/COESIONE PER I SIGILLANTI APPLICATI A CALDO - TEST 2

Questo protocollo di prova descrive un metodo per la determinazione delle caratteristiche di adesione e di coesione dei sigillanti applicati a caldo. Per quanto riguarda la procedura da seguire, ossia il metodo per l'esecuzione del test, il medesimo fa riferimento alla normativa europea EN 13880-10 individuando alcune alternative di svolgimento della stessa al fine di semplificarne la realizzazione.

Inoltre il protocollo risulta essere utile come prova sostitutiva rispetto alle procedure indicate nella EN 13880-7 valida per i climi freddi, essendo quest'ultima di complessa realizzazione pratica.

Lo scopo di questo test è stabilire se i sigillanti restino coesi ed adesi alla pavimentazione qualora siano soggetti a cicli di estensione secondo la prEN 14188-1:2004.

Per quanto concerne le apparecchiature necessarie all'esecuzione del test si rimanda alla EN 13880-10.

16.4.1 Preparazione e condizionamento dei provini

I provini di sigillante da applicare a caldo vengono confezionati in accordo con la prEN 13880-6. Per quanto riguarda la composizione della miscela e le modalità di confezionamento dei provini di calcestruzzo da utilizzarsi per questo test si rimanda alla EN 13880-12, mentre per i provini in conglomerato si rimanda alla EN 13880-11. Per le dimensioni dei suddetti provini si faccia riferimento alla EN 13880-13 alla quale è possibile apportare, qualora necessario, le seguenti varianti: anziché provini in accordo con le suddette norme, si possono accettare masselli con dimensioni di 125mm di lunghezza, 90mm di larghezza e 25mm di altezza. La larghezza del giunto dovrà essere di (9 ± 0.5) mm e la sua preparazione andrà eseguita a regola d'arte e con le stesse modalità valide per la posa in opera.

Per il confezionamento dei provini e la preparazione dei giunti è di fondamentale importanza utilizzare gli stessi materiali e criteri di posa in opera, nonché eseguire tutte le operazioni a regola d'arte come da indicazioni del produttore.

È inoltre necessario assicurarsi che la superficie all'interfaccia dei giunti sia adeguata alle condizioni di prova e rispecchi le condizioni di esercizio.

16.4.2 Procedura

La procedura segue la EN 13880-10 con la differenza che l'adesione e la coesione vengono espresse in percentuale con riferimento alle dimensioni del provino utilizzato. Inoltre sempre in relazione all'adesione/coesione non viene valutata la profondità delle separazioni o delle fessurazioni.

Il provino è soggetto a 3 cicli di estensione e contrazione.

Mettere il provino nella camera climatica alla temperatura corrispondente a quella più bassa prevista in sito

T_{es}^{min} (determinata in fase di progetto), diminuita ulteriormente di 5°C, per un periodo di 6 ore.

Estendere il provino alla Ext_{es}^{max} (determinata in fase di progetto) e inserire i distanziatori per mantenere il provino esteso di tale quantità.

Valutare l'adesione verificando che il totale della superficie separata sia minore del 2%.

Valutare la coesione verificando che la superficie delle fessure sia minore dell' 1%.

16.4.3 Risultati

Se il provino manifesta perdite di adesione/coesione o formazione di bolle al suo interno, è necessario annotare dopo quanto tempo, dall'inizio della prova, questo si verifica (dopo: 24 ore, 48 ore, 72 ore, ecc.); in questo caso la prova viene considerata conclusa con esito negativo.

Se il provino, terminata la prova, non manifesta alcuna perdita di adesione/coesione o formazione di bolle al suo interno, la prova viene considerata conclusa con esito positivo.

I risultati di prova devono dichiarare che la procedura è stata eseguita conformemente al test e devono contenere le seguenti informazioni:

- nome del campione e tipo del sigillante;
- nome del primer e relativa descrizione, se utilizzato;
- provenienza del campione e data di confezionamento;
- data del test e risultati ottenuti;
- nome del laboratorio di analisi

ARTICOLO 17. INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE

17.1 DEMOLIZIONI

Le operazioni di demolizione saranno eseguite, da parte dell'Impresa, con ordine e con le necessarie cautele e precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso tramite appositi sistemi ritenuti idonei per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione lavori, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione appaltante; alla quale spetta ai sensi dell'art. 36 del capitolato generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato art. 36.

La Direzione dei lavori si riserva di disporre a suo insindacabile giudizio l'impiego dei materiali di recupero, nel rispetto della normativa vigente in materia, per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie come per gli scavi in genere.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e farsi carico degli oneri per attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

17.2 RIPRISTINO CORTICALE DI STRUTTURE PORTANTI IN C.A.

Previa asportazione del materiale ammalorato da eseguirsi nelle zone fortemente degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, l'esecuzione dei lavori per i ripristini corticali di strutture in cemento armato dovrà procedere per successive fasi di lavorazione, nell'ordine e con le modalità di seguito indicate.

17.2.1 Ricostruzione di strutture in c.a. su superfici verticali o orizzontali

17.2.1.1 Descrizione

Questo tipo di lavorazione è molto importante poiché permette di ricostruire la sezione originaria del manufatto, nonché lo strato di copriferro deteriorato ripristinando e proteggendo le caratteristiche strutturali del manufatto.

17.2.1.2 Preparazione delle superfici

La preparazione delle superfici avviene tramite l'asportazione di residui di calcestruzzo e da polvere dovuti alla demolizione preventiva del calcestruzzo ammalorato.

Eventuali riprese di calcestruzzo eseguite in precedenza che non risultano perfettamente aderenti, dovranno essere asportate fino a raggiungere uno strato solido, resistente e ruvido.

La fase della preparazione delle superfici verrà omessa, se precedentemente è stato effettuato il trattamento anticarbonatazione.

17.2.1.3 Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

Il prodotto da utilizzare per la ricostruzione di strutture in c.a. sarà una malta premiscelata in polvere composta da cementi ad alta resistenza, inerti selezionati, speciali additivi e fibre sintetiche (malta a ritiro controllato fibrorinforzata).

Il prodotto secco verrà miscelato con acqua nelle quantità stabilite dalle schede tecniche del prodotto da utilizzare o secondo le indicazioni della Direzione Lavori, in modo da ottenere una malta di facile lavorabilità tale da poter essere applicata in verticale o in orizzontale senza colare, oltre a garantire le seguenti qualità:

elevate resistenze meccaniche alla flessione ed alla compressione;

modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica e di permeabilità al vapore acque simili ai calcestruzzi di alta qualità;

impermeabilità all'acqua e all'anidride carbonica;

ottima adesione al vecchio calcestruzzo;

elevata resistenza all'usura per abrasione.

Per quanto riguarda invece le modalità di applicazione della malta, questa potrà avvenire tramite cazzuola costipando bene la malta in corrispondenza delle armature metalliche in modo da saturare gli interstizi tra armatura metallica e struttura esistente, oppure a spruzzo utilizzando idonei mescolatori che non alterino la struttura della malta. La malta applicata verrà di seguito ulteriormente costipata e modellata con l'ausilio di fratazzo liscio e fratazzino a spugna, utilizzando dove si renda necessario le casserature per la ricostruzione di spigoli.

Le temperature durante la fase di applicazione della malta dovranno essere ottimali, ovvero tra i +15° C e + 25° C e comunque non inferiori a + 5° C.

17.2.2 Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate

17.2.2.1 Descrizione

Lo strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate mediante i procedimenti di cui ai punti A, B e C si effettua per proteggere ulteriormente le strutture dall'aggressione dei cloruri e dagli agenti atmosferici, oltre a regolarizzare e rasare le superfici non irregolari.

17.2.2.2 Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

La malta da impiegare per la regolarizzazione e rasatura delle superfici, dovrà essere composta da una malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

La malta da utilizzare dovrà garantire le seguenti qualità:

elevato contenuto di resine sintetiche;

ottima adesione a tutte le superfici in calcestruzzo;

impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi dell'atmosfera (anidride carbonica, solfati e ossido di azoto);

resistente ai cicli di gelo e disgelo.

L'applicazione del prodotto, previa pulizia del fondo mediante idrolavaggio per eliminare polvere, tracce di olio, ecc., sarà realizzata con fratazzo liscio e di seguito lisciato con fratazzino di spugna qualche minuto dopo l'applicazione.

Gli spessori massimi di applicazione non dovranno essere superiori a $2 \div 3$ mm. E la temperatura ottimale dovrà essere tra i + 15° C e + 25° C e comunque non inferiore ai + 5° C.

17.2.3 Impermeabilizzazione

17.2.3.1 Descrizione

L'impermeabilizzazione è una lavorazione indispensabile che permette di proteggere nel tempo le strutture portanti dei manufatti in c.a., dall'azione della pioggia battente, evitando l'aggressione contro la carbonatazione e l'umidità, quindi preservando nel tempo gli interventi di recupero effettuati e le strutture ancora integre.

17.2.3.2 Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

Il prodotto impermeabilizzato da utilizzare dovrà essere liquido ed incolore a base di resine silossaniche in solvente, caratterizzato da una elevata proprietà di impregnare tutti i materiali minerali assorbenti impiegati in edilizia. Applicandolo su supporto poroso dovrà penetrare in profondità e reagire con la naturale umidità presente all'interno di esso per formare uno strato idrofobo, che respinge l'acqua. Dovrà inoltre possedere le seguenti proprietà:

proteggere le strutture dagli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;
trasparente in modo da non alterare l'aspetto estetico;
non deve creare pellicola e quindi non modificare la permeabilità al vapore;
deve possedere ottima resistenza all'alcalinità presente nei materiali cementizi;
deve essere resistente alle radiazioni ultraviolette.

Per quanto riguarda l'applicazione del prodotto, è molto importante che la superficie di applicazione sia preventivamente pulita da sporcizia, grassi, alghe o licheni. Si dovranno inoltre rimuovere eventuali scaglie mobili e riparare eventuali crepe. Se invece la superficie di applicazione è priva di sporcizia, sarà sufficiente una accurata spazzolatura con spazzola di saggina e una conseguente depolverizzazione con aria compressa. Una volta ripulito il fondo di applicazione il prodotto dovrà essere messo in opera a spruzzo o a pennello, bagnato su bagnato, assicurando una distribuzione omogenea e un assorbimento idoneo (almeno due o tre passate).

Prima di procedere alle lavorazioni, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Direzione lavori le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare, al fine di valutare i prodotti più idonei all'impiego.

Inoltre i prodotti che si utilizzeranno saranno soggetti a prelievo di campioni durante le fasi lavorative, sui quali verranno effettuate prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta appaltatrice.

17.3 GIUNTI DI DILATAZIONE

17.3.1 Asportazione dei giunti esistenti

L'asportazione dei giunti esistenti dovrà essere realizzata mediante smontaggio degli elementi che li compongono, compresi gli ancoraggi e le scossaline di raccolta acqua. In questa fase, in contraddittorio con la D.L., l'Impresa procederà a selezionare gli elementi di giunto esistenti che risultino essere in buone condizioni strutturali.

L'Impresa procederà, inoltre, alla bonifica delle testate di soletta, alla sistemazione delle armature metalliche deteriorate e tutto quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

17.3.2 Giunti di dilatazione ottenuti assemblando elementi esistenti

La fase di assemblaggio degli elementi in buone condizioni strutturali, selezionati nella fase di asportazione dei giunti esistenti, dovrà comprendere la posa in opera di nuovi ancoraggi, viti di fissaggio e di nuova scossalina di raccolta acqua in acciaio inox. L'impresa procederà, inoltre, alla formazione di masselli di raccordo giunto-pavimentazione in malta di resina epossidica e alla realizzazione di quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

17.3.3 Nuovi giunti di dilatazione

I giunti formati da nuovi elementi devono essere adatti ad assorbire scorrimenti sismici degli impalcati fino a 330 ($\pm$ 165) mm e dovranno essere costituiti da:

moduli in gomma armata a norme CNR 10018/85 realizzati mediante una piastra ponte centrale e quattro elementi portanti laterali liberi di muoversi su lamiere in acciaio inox e separati dalla piastra ponte da varchi rettilinei;
sistema di ancoraggio meccanico realizzato mediante barre filettate o, in alternativa, zanche multidirezionali e tirafondi, a seconda delle esigenze di cantiere;
scossalina di raccolta acque in acciaio inox;
profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
masselli di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

17.4 IMPERMEABILIZZAZIONI PER PONTI E VIADOTTI

17.4.1 Premessa

Questo sistema di impermeabilizzazione dei viadotti consiste nella realizzazione di un pacchetto costituito da bitume modificato con l'interclusione di un tessuto non tessuto in poliestere da filo continuo o da fiocco che protegge il manto stesso dal transito dei mezzi di cantiere durante le fasi costruttive. A lavori ultimati dell'impermeabilizzazione è possibile realizzare lo strato di collegamento (binder) e quello di usura in conglomerato bituminoso. All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la normale mano di attacco con emulsione bituminosa.

I lavori non si dovranno eseguire a temperature inferiori a +10 °C.

17.4.2 Modalità di esecuzione del trattamento

Accurata pulizia della superficie da impermeabilizzare, mediante motosoffiatore e se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. La superficie si deve presentare asciutta, perfettamente stagionata ed esente da oli.

Spargimento di bitume modificato alla temperatura di 200 °C, in ragione di 2,5 Kg/mq mediante autocisterna termica provvista di impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica.

Immediata applicazione del tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto per 20 cm.

Spargimento della seconda mano di bitume modificato in ragione di 2 Kg/mq sempre con autospanditrice con barra automatica di spruzzatura.

Spargimento di sabbia indifferentemente di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 Kg/mq.

Tutte le precedenti operazioni, le cautele e le precauzioni, sono a cura e spese dell'Impresa, pertanto si intendono compensate già nel prezzo unitario della lavorazione stabilito in sede di gara.

17.4.3 Caratteristiche del tessuto non tessuto di poliestere:

Dovrà essere privo di collanti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura. Pertanto il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura. Se non diversamente specificato sulla voce dell'elenco prezzi, e salvo diverso ordinativo della Direzione lavori la grammatura del tessuto non tessuto dovrà essere almeno di 150 grammi/mq. Le caratteristiche chimico-fisiche da rispettare sono riportate in Tabella 17.313.

TABELLA 17.313

Caratteristiche	Valori
Punto di rammollimento (°C)	240
Punto di fusione (°C)	260
Resistenza ai raggi UV	ottima
Resistenza agli agenti chimici	ottima
Tenuta allo scorrimento (carico costante)	ottima
Ripresa di umidità a 20 °C (65% di u.r.) (%)	0,4

17.4.4 Caratteristiche del bitume modificato:

Dovrà essere conforme alle prescrizioni riportate in Tabella 17.314.

TABELLA 17.314

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25 °C (dmm)	CNR 24/71	55-65
Punto di rammollimento (°C)	CNR 35/73	55-65
Punto di rottura Fraas (°C)	CNR 43/74	< -15
Viscosità dinamica a 80 °C (Pa s)	SN 67.1722a	20-80

Viscosità dinamica a 160 °C (Pa s)	SN 67.1722a	0,20-0,60	
Stabilità allo stoccaggio (°C)	Tuben test	dopo 24 h	< 3
		dopo 7 gg	< 3

ARTICOLO 18. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

18.1 DIFESA IDRAULICA DEL CORPO STRADALE

La difesa idraulica del corpo stradale si realizza mediante opere atte ad agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche, impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, assicurare la stabilità delle scarpate ed eventualmente convogliare sversamenti accidentali sulla carreggiata di inquinanti liquidi negli appositi recapiti protetti.

18.2 CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le acque defluenti dal corpo stradale vengono raccolte in piccoli canali, detti rispettivamente cunette che possono essere in scavo naturale o rivestiti.

Il rivestimento delle cunette e dei fossi di guardia può essere realizzato con calcestruzzo gettato in opera, con elementi prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato (C.A.V.), in muratura o con cordonature.

18.2.1 Rivestimento in CLS

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, deve essere eseguito con conglomerato cementizio per opere di fondazione con $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa. La lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

18.2.2 Rivestimento in CAV

Gli elementi prefabbricati devono essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$, armato con rete di acciaio a maglie saldate, del tipo Fe B 44k in fili del diametro non inferiore a 6 mm. Le testate devono essere sagomate ad incastro a mezza pialla.

Le cunette e i fossi di guardia dovranno essere armati con rete a maglie saldate di dimensioni cm 12x12 in fili di acciaio del $\varnothing$ mm 5.

Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di cunetta per ogni partita di 100 elementi o fornitura numericamente inferiore.

Gli elementi di forma trapezoidale o ad L, a norma dei disegni tipo di progetto ed a seconda che trattasi di rivestire cunette e fossi in terra di forma trapezoidale o cunette ad L, dovranno avere spessore di cm 6 ed essere sagomati sulle testate con incastro a mezza pialla.

La posa in opera degli elementi dovrà essere fatta sul letto di materiale arido costipato, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle canalette.

E' compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

18.2.3 Cordonature

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm^2 . Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni parata di 100 pezzi un elemento di cordonata dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso

un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm²), la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100. Gli elementi di cordolo verranno attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 400 Kg di cemento normale per mc di sabbia, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

18.3 TUBAZIONI

Le tubazioni per la raccolta e lo smaltimento delle acque dal corpo stradale sono di norma realizzate in conglomerato cementizio vibrato (C.A.V.), in P.V.C. rigido o in acciaio.

18.3.1 Tubi in CAV

Devono essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, con dimensione massima dell'inerte grosso pari a 1/4 dello spessore della parete del tubo e $R_{ck} \geq 30$ N/mm². Devono essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e spessori corrispondenti alle prescrizioni specificate in Tabella 18.315; saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a q 2 di cemento per mc di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a q 2,50 di cemento per mc di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

TABELLA 18.315 DIMENSIONI INDICATIVE DEI TUBI E SPESSORE DELLA PLATEA DI POSA

Diametro dei tubi(cm)	Spessore dei tubi(mm)	Spessore della platee(cm)
80	70	20
100	85	25
120	100	30

18.3.2 Tubi in acciaio

Devono avere struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco.

L'acciaio della lamiera ondulata deve essere del tipo Fe 360, avere caratteristiche rispondenti alle norme AASHO Modificata 167/70 e AASHO Modificata 36/70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 %, protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per faccia e spessore minimo di mm 1,5, con tolleranza ammessa secondo la Norma UNI 2634.

Nella posa in opera sono compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

Per quanto concerne la loro posa in opera, i tubi devono essere calati negli scavi con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni

I singoli elementi devono essere depositati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo lo scavo.

Salvo quanto riguarda la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da realizzare esattamente l'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori. Non sono tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero

previsti scarichi; ove ciò si verificasse, l'Impresa a proprie spese deve rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da progetto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri devono essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea devono essere rigorosamente disposti su una retta. Si ammettono deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentano) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi devono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

Le tubazioni devono essere interrate in un cavo delle dimensioni previste in progetto, sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento. Qualora sia previsto, le tubazioni devono essere poste in opera su platea in conglomerato cementizio ed eventualmente rinfiacate. Il conglomerato per la platea ed i rinfianchi deve essere di classe Rck ≥ 25 N/mm².

Tra tubazione e platea deve essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m³ di cemento.

Il riempimento dei cavi deve essere eseguito mediante calcestruzzo o cemento aerato tipo filcrete costipato con idonei mezzi meccanici.

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, si deve provvedere all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il rinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, deve evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo stesso la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti. Le giunzioni devono essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore; non sono ammesse perdite di alcun genere.

18.3.3 Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC)

Devono essere costituite da elementi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere che devono essere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma. Devono rispondere per tipo e caratteristiche alle norme UNI 7447-75 tipo 303 e per i controlli alle norme UNI 7448-75.

Ogni elemento deve riportare il "marchio di conformità" I.I.P. n° 103 UNI 312.

I tubi PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125 del 18 luglio 1967.

Come previsto dalle norme U.N.I. 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75 i tubi si distinguono in:

tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;

tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60°;

tipo 313, per acqua potabile in pressione;

tipo 301, per acque di scarico e ventilazione nei fabbricati, per temperature max perm. di 50°;

tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70°;

tipo 303/1 e 303/2, per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40°.

Il Direttore dei lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

18.3.4 Tubi di polietilene (PE):

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme U.N.I. 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme U.N.I. 711, 7612, 7613, 7615.

18.3.5 Tubi drenanti in PVC:

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N. 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza, (d.e. mm da 50 a 200);

tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza, (d.i. mm da 100 a 250);

tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

18.4 CADITOIE STRADALI

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomati che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e manutenibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

18.4.1 Pozzetti

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

I pozzetti in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

$R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$;

armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;

spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;

predisposizione per l'innesto di tubazioni.

18.4.2 Griglie e chiusini

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie, chiusini ed i rispettivi telai di appoggio devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

18.4.3 La tipologia

A bordo strada (max. 0,5 m sulla corsia): griglie e chiusini di classe C250 (25 Ton.).

Sulla carreggiata e aree di parcheggio: griglie e chiusini di classe D400 (40 Ton.).

18.5 EMBRICI

L'allontanamento delle acque di piattaforma dalla scarpata di un rilevato stradale può avvenire tramite scivoli che adducono l'acqua fino al piede della scarpata. Gli elementi devono estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina fino al fosso di guardia. L'elemento più alto è detto invito, i successivi sono detti embrici.

Gli embrici sono costituiti da elementi prefabbricati in C.A.V. realizzati con conglomerato cementizio $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$ ed aventi misure di cm 50/40x50x20 e spessore $\geq 5 \text{ cm}$.

Prima della posa in opera l'Impresa deve avere cura di effettuare lo scavo di imposta in funzione della forma dell'elemento e realizzare il piano d'appoggio in modo che risulti debitamente costipato, per evitare eventuali cedimenti dei singoli pezzi.

Alla base dell'elemento posto a quota inferiore, ossia al margine con il fosso di guardia, qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, l'Impresa deve provvedere a infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio $\phi 24$, della lunghezza minima di 80 cm. Il tratto infisso nel terreno deve essere almeno di cm 60, in modo che i tondi sporgano di circa 20 cm. Analoghi ancoraggi devono essere collocati ogni tre embrici in modo da impedire lo slittamento degli elementi. La sommità degli scivoli che si dipartono dal piano viabile deve

risultare raccordata con la pavimentazione e con l'arginello mediante apposito imbocco in calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato con $R_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$.

La sagomatura dell'invito deve essere configurata in modo che l'acqua non abbia alcun impedimento nel defluire.

18.6 MANTELLATE DI RIVESTIMENTO SCARPATE

Saranno composte da lastre di cm 25×50 , spessore di 5 cm, affiancate in modo da ottenere giunti ricorrenti aperti verso l'alto, dove verrà inserita l'armatura di acciaio tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale.

Le lastre costituenti il rivestimento dovranno essere prefabbricate in calcestruzzo vibrato avente una resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 25 N/mm^2 . Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini sarà fatto in ragione di una lastra per ogni parata di 500 lastre o fornitura numericamente inferiore. Dovranno essere usati stampi metallici levigati affinché la superficie in vista delle lastre risulti particolarmente liscia e piana e gli spigoli vivi.

I bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro. L'armatura metallica incorporata nella mantellata dovrà essere composta da barre tonde lisce di acciaio del tipo Fe B 32 k del diametro di 6 mm, disposte nei giunti longitudinali e trasversali ed annegate nella malta di sigillatura nei giunti stessi.

L'armatura dovrà essere interrotta in corrispondenza dei giunti di dilatazione. Le lastre dovranno essere sigillate l'una all'altra con malta di cemento normale dosata a Kg. 500, previa bagnatura dei giunti, lisciata a cazzuola in modo tale da rendere i detti giunti pressoché inavvertibili.

Durante i primi giorni il rivestimento dovrà essere bagnato, onde permettere alla malta di fare una presa razionale e, se occorre, dovrà essere ricoperto con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4-5 metri trasversalmente all'asse del canale in modo da interrompere la continuità del rivestimento.

Lo spazio risultante dal giunto sarà riempito con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche e tale da aderire in maniera perfetta alle lastre cementizie. Nella scelta del bitume si dovrà avere particolare cura, onde evitare colamenti.

Il terreno di posa delle lastre dovrà essere accuratamente livellato e costipato.

18.7 MANTELLATE IN GRIGLIATO ARTICOLATO

Saranno formate da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo vibrato avente resistenza cubica a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm^2 , opportunamente armato con tondini di acciaio Fe B 32 K del diametro di mm 6. Il prelievo dei manufatti per la preparazione dei provini sarà fatto in ragione di un elemento di mantellata per ogni parata di 500 elementi o fornitura numericamente inferiore. Ogni elemento avrà dimensioni di circa mq 0,25, con naselli ad incastro a coda di rondine sporgenti dal perimetro, che consentano di ottenere una mantellata continua ed articolata in grado di seguire gli assestamenti delle superfici di posa; lo spessore dell'elemento sia compreso fra i 9 ed i 10 cm e di peso tra i 30 e 35 Kg cadauno, in modo da ottenere una superficie di mantellata con peso di Kg $120 \div 140$ per mq. Ogni elemento dovrà presentare un congruo numero di cavità a tutto spessore la cui superficie globale risulti fra il 35% ed il 40% dell'intera superficie dell'elemento stesso. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di incastro a snodo articolato su pezzi in calcestruzzo armato, da utilizzarsi in quelle particolari posizioni ove siano previsti sforzi di trazione specie in corrispondenza di cambiamento di pendenza del rivestimento. Potranno essere richiesti inoltre pezzi speciali per la protezione di superfici coniche.

La posa in opera sarà realizzata, previa regolarizzazione e costipamento delle superfici di posa, con il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale e la semina con idonei miscugli di specie erbacee.

18.8 MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ZINCATA

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm^2 e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 gr/m^2 per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali): sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico contenente fibre di amianto avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di Kg 1,5/mq per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

La Direzione dei lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate e effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche A.S.T.M.A. 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO_4 nella misura di gr 36 ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475-1476-4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà effettuato sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del $\pm 5\%$.

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

18.8.1 Struttura ad elementi incastrati per tombini

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e $\frac{3}{4}$) e la profondità di mm 12,7 ($\frac{1}{2}$ pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori non corrispondenti.

Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro, e la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di m 1,75.

18.8.2 Struttura a piastre imbullonate multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere di almeno mm 28,6 (pollici $1\frac{1}{8}$).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a $\frac{3}{4}$ di pollice ed appartenere alla classe G 8 (norme U.N.I. 3740).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m

1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate luce variabile da m 1,80 a m 6,50; ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

18.8.3 Montaggio

Per i tombini ad elementi incastrati o bullonati, nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari devono essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi devono legarsi tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

18.8.4 Forme e dimensioni

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, sono la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che può essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

Per i manufatti a piastre multiple, i bulloni di giunzione delle piastre devono essere di diametro non inferiore ad 1.91 mm ed appartenere alla classe 8.8 (UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi devono assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si devono impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple sono circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e possono essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

La coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni deve, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

18.8.5 Posa in opera

lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere deve essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica deve essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità.

Il letto di posa deve sagomarsi come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si deve eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si deve poi riempire lo scavo con materiale da rilevato, come indicato nel progetto, compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso o piattaforma di conglomerato cementizio si deve interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si deve interporre tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore minimo di 10 cm.

Tale strato non deve essere compattato per permettere una perfetta aderenza della condotta e deve estendersi in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

18.8.6 Costipamento e riempimento laterale

Il materiale di rinfiacco della condotta deve essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Deve essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato deve soddisfare le indicazioni riportate nell'Articolo 1.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si devono utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici, per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si debbono utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dopo la sua posa in opera deve estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta; il terreno impiegato tale rilevato deve normalmente essere costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si deve inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un ricoprimento della struttura che assicuri un'adeguata ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

18.9 DRENAGGI

Per impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale si possono realizzare canali drenanti e filtri drenanti al piede di rilevati. Si realizzano drenaggi anche per la raccolta e l'allontanamento di acque di infiltrazione e per riempimenti a tergo di strutture di contenimento.

I drenaggi per il risanamento del corpo stradale e delle zone circostanti inclusi nel progetto, devono essere eseguiti procedendo da monte verso valle per ottenere la regimazione delle acque ed un deflusso regolare.

Per la protezione dei canali e dei filtri dall'intasamento causato da percolazione di parti limose e/o argillose, il drenaggio può essere avvolto in un telo di geotessuto.

18.9.1 Drenaggi del corpo stradale

18.9.1.1 Materiali

Per la realizzazione di canali drenanti e per drenaggi da eseguirsi a tergo di strutture si devono impiegare materiali aridi costituiti da ciottoli o pietrame di cava.

Il materiale deve essere pulito compatto ed uniforme, sano e privo di parti alterate. Le dimensioni del materiale di norma devono essere comprese fra i 3 ed i 20 cm, comunque conformi alle specifiche prescrizioni di progetto.

18.9.1.2 Esecuzione

Le opere di drenaggio devono essere realizzate secondo le disposizioni riportate nei disegni di progetto; i riempimenti a tergo di strutture devono essere eseguiti a struttura finita.

18.9.2 Tubazioni perforate per drenaggi

18.9.2.1 Tubazioni in CAV

Devono essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, con dimensione massima dell'inerte grosso pari a $\frac{1}{4}$ dello spessore della parete del tubo e $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$.

Le caratteristiche, i requisiti, le modalità di posa in opera ed i controlli sono le medesime di quelle contenute nel paragrafo delle tubazioni in C.A.V.

18.9.2.2 Tubazioni in PVC rigido

Devono essere costituite da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere o manicotto, del tipo non scorrevole ottenuti mediante incollaggio.

Le caratteristiche, i requisiti, le modalità di posa in opera ed i controlli sono le medesime di quelle contenute nel paragrafo delle tubazioni in P.V.C. rigido.

18.9.2.3 Tubi in acciaio

Le tubazioni a struttura portante costituita da lamiera d'acciaio debbono possedere le caratteristiche, i requisiti e seguire le modalità di posa in opera ed i controlli analoghi a quelli dettagliati nel paragrafo delle tubazioni in acciaio.

18.9.3 Geotessili

Quando occorra proteggere i drenaggi in materiale arido da possibili inquinamenti da materiale coesivo può essere usato il geotessile con funzione di filtro, così da evitare il passaggio delle componenti fini del terreno naturale.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

Debbono essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego. Il materiale deve rispondere ai requisiti minimi riportati nella *Tabella 18.316*.

TABELLA 18.316 REQUISITI MINIMI DEL MATERIALE COSTITUENTE IL GEOTESSILE

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Peso, in g/m ²	UNI 5114	g/m ²	Secondo progetto
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639	kN/m	18
Allungamento, in %	UNI 8639	%	60
Lacerazione, in N	UNI 8279/9	kN/m	0,5
Punzonamento, in N	UNI 8279/14	KN	3
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13	cm/s	0,8
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile.		μm	< 100

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 8279/Parte 1.

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

18.9.4 Filtri drenanti granulari

18.9.4.1 Materiali

Nel caso in cui per i filtri drenanti non sia prevista la protezione con teli di geotessile, per evitare la riduzione della capacità drenante per intasamento da parti fini, la granulometria del materiale di riempimento deve essere tale da soddisfare seguenti criteri (U.S. Army Corps of Engineers):

$$\frac{D_{15} \text{ filtro}}{D_{85} \text{ terreno}} < 5 \quad 4 < \frac{D_{15} \text{ filtro}}{D_{15} \text{ terreno}} < 20 \quad \frac{D_{50} \text{ filtro}}{D_{50} \text{ terreno}} < 25$$

dove D15 D50 e D85 sono le dimensioni delle particelle individuate nella curva granulometrica al 15, 50 e 85% del passante in peso.

Il materiale deve essere pulito compatto ed uniforme, sano e privo di parti alterate non deve contenere parti fini, di diametro inferiore a 0,074 mm, in misura superiore al 5% in pezzature superiori ai 65 mm.

18.9.4.2 Posa in opera

I filtri drenanti devono realizzarsi a strati di spessore non superiore a 20 cm, accuratamente costipati con idonei mezzi meccanici.

18.10 CONTROLLI

Per l'accettazione dei materiali, l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Produttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali per ciascun tipo di materiale suddetto.

18.10.1 Calcestruzzo e acciaio

Per il calcestruzzo e l'acciaio utilizzati nei manufatti realizzati in opera il controllo deve essere eseguito secondo quanto previsto nel D.M. LL.PP. 9/01/1996.

18.10.2 Elementi prefabbricati in CAV

Per gli elementi prefabbricati in C.A.V. la Direzione Lavori deve verificare le caratteristiche attraverso i certificati rilasciati dal produttore in osservanza alle norme tecniche per le costruzioni.

18.10.3 Griglie e chiusini

Le griglie ed i chiusini devono essere accompagnati da certificato rilasciato da laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che attesti la conformità alle norme UNI-EN 124.

18.10.4 Drenaggi

Per i drenaggi, prima dell'inizio dei lavori l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori certificati che attestino le caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale fornito e le cave di provenienza. La Direzione Lavori, deve accertare la bontà del materiale e la corrispondenza alle caratteristiche tecniche di progetto.

Le caratteristiche fisiche del pietrame devono essere accertate seguendo le norme per la determinazione della massa volumica dei granuli (CNR 63/78), per la determinazione della gelività (CNR 80/80) e per la determinazione del coefficiente di imbibizione (CNR 137/92). Le caratteristiche meccaniche del pietrame devono essere determinate seguendo quanto riportato nelle Norme EN 1926/99 per la prova di resistenza alla compressione.

Durante l'esecuzione dei lavori, la Direzione Lavori può prelevare dei campioni del materiale fornito (uno ogni 100 mc di fornitura) per sottoporli a prove di controllo presso laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

18.10.5 Tombini e manufatti di attraversamento del corpo stradale

La Direzione Lavori può ordinare, in qualunque momento, delle prove di controllo da effettuarsi presso laboratori di prova di fiducia dell'Amministrazione per accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, lo spessore dell'elemento, del rivestimento di zinco su entrambe le facce (UNI 5742-66) e dell'eventuale mastice bituminoso nonché il peso di rivestimento di zinco secondo le specifiche ASTM-A 90-53 e la centratura della zincatura secondo le tabelle UNI 1475, 1476, 4007. La frequenza dei prelievi da sottoporre a prove di laboratorio può essere di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

ARTICOLO 19. SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 nr. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 nr. 610.

La Società in ottemperanza ed ai sensi del D.L.G.S. 358/92, del D.P.R. 573/94 e della circolare ministeriale LL.PP. 16/05/1996, dovranno presentare all'Amministrazione:

- 1) una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale la Società, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti che si intendono utilizzare per l'eventuale fornitura.
- 2) copia dei certificati redatti secondo quanto prescritto al successivo art. 2.3, attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti del disciplinare tecnico approvato con D.M. del 31/03/1995.

- a. copia dei certificati rilasciati da Istituti riconosciuti dei supporti in materiale composito di resine secondo quanto prescritto ai punti all'art. 2a.
 - b. copia del certificato di analisi di classificazione del rifiuto speciale non pericoloso relativo al supporto in composito di resine
 - c. rapporti di prova dei supporti in composito di resine di cui all'art. 3.2.
 - d. in alternativa alle specifiche a) b) c) potrà essere presentato anche il solo certificato in copia autentica attestante l'autorizzazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti al costruttore dei supporti in composito di resine.
- 3) copia delle certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000 sulla base delle norme europee della serie UNI EN 29000, al produttore dei supporti in composito di resine e delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura secondo quanto dichiarato al punto 1. Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate a cura dei produttori dei supporti e delle pellicole stesse con gli estremi della Società, nonché della data del rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.
- a. copia del certificato di qualità UNI EN ISO 29000 dei partecipanti all'offerta.
 - b. certificato di conformità al piano della qualità di prodotto circ. min. LL.PP. n° 3652 del 17/06/98 rilasciato al costruttore di segnaletica.
- 4) In alternativa ai punti 1-2-3 potrà essere presentato in copia autentica anche il solo certificato di autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che ne garantisce la conformità alla norma europea UNI EN 12899-1:2008 e ne autorizza la sua produzione.
- 5) la dichiarazione impegnativa vincola la Società alla fornitura di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essi indicati.
- 6) la fornitura da parte della Società di materiali, di marchi e manufatti diversi da quelli dichiarati e campionati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse di questa amministrazione.
- 7) la Direzione Lavori/D.E.C. si riserva la facoltà di prelevare campioni della fornitura effettuata; i campioni verranno prelevati in contraddittorio; degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla D.L./D.E.C. previa apposizione dei sigilli e firme del responsabile della stessa e della Società nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. Le diverse prove ed analisi da eseguire sui campioni saranno prescritte ad esclusivo giudizio della D.L./D.E.C., che si riserva la facoltà di fare eseguire a spese della Società prove di qualsiasi genere presso riconosciuti istituti specializzati ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Società possa avanzare diritti o compensi per questo titolo.
- 8) la Società fornitrice è tenuta a sostituire entro 15 gg., a propria cura e spese, tutto il materiale che a giudizio insindacabile della D.L./D.E.C. o dalle analisi e prove fatte eseguire dalla stessa, non dovesse risultare rispondente alle prescrizioni, è altresì tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla D.L./D.E.C. presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

ARTICOLO 20. CARATTERISTICHE

20.1 SUPPORTI UNI EN 12899-1:2008 (SEGNALETICA VERTICALE PERMANENTE PER IL TRAFFICO STRADALE – SEGNALI PERMANENTI)

- a) i substrati per indicatori segnaletici retroriflettenti devono essere realizzati mediante stampaggio a caldo con materiale composito di resine termoindurenti rinforzati con fibre di vetro, denominati "CG10" **garantiti 10 anni**, con elevata deformabilità e resistenti agli atti vandalici **e dalla corrosione anche in ambiente marino** e dovranno essere certificati ed autorizzati dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**;
- b) gli stessi possono essere realizzati anche in lamiera di alluminio con un titolo di purezza non inferiore al 99,5 ed uno stato di cottura semicrudo; e dovranno essere certificati e/o autorizzati dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**;
- c) gli stessi possono essere realizzati anche in lamiera di ferro tipo FEP01 per stampaggio secondo le norme UNI 152; e dovranno essere certificati e/o autorizzati dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**;

d) gli stessi possono essere realizzati anche in materiale composito "VTR" per la loro opposizione **alla corrosione anche in ambiente marino**, elevata deformabilità e consistente resistenza meccanica, **garantiti 10 anni**, e dovranno essere certificati ed autorizzati dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

e) attacchi e parti addizionali di rinforzo devono essere prodotti col medesimo materiale del substrato;

f) i substrati dovranno avere spessori minimi, che qui di seguito riportiamo:

- FINO A MQ. 2 – C.R. 20/10 mm – AL 25/10 mm – VTR 30/10 mm – FE 10/10 mm

- OLTRE MQ. 2 – C.R. 30/10 mm – AL 30/10 mm – VTR 40/10 mm – FE 10/10 mm

g) tutti i substrati degli indicatori segnaletici retroriflettenti devono essere provvisti di bordi di rinforzo che, oltre ad avere una funzione di protezione, conferiscono al substrato una maggiore resistenza.

- tutti gli indicatori segnaletici dovranno sottostare alle seguenti indicazioni:
- inferiori a 0,60 mq., devono avere bordi di rinforzo protettivi di dimensioni minime di mm. 15;
- superiori ai 0,60 mq. i bordi avranno dimensioni minime di mm. 18;
- disco diametro 90 cm., triangolo da lato cm. 120, ottagoni da 90 e 120 cm. i bordi hanno dimensioni minime di mm. 14;

h) il raggio di raccordo degli angoli degli indicatori segnaletici sono conformi ai requisiti stabiliti nel punto 4.3 dell'eurocodice;

i) i substrati degli indicatori segnaletici retroriflettenti formati da più pannelli, dovranno essere realizzati nel più basso numero possibile, compatibilmente con la reperibilità delle materie prime sui mercati e dovranno avere un bordo di rinforzo protettivo di dimensioni minime di 20 mm

- l'altezza minima del singolo pannello accostabile dovrà essere di cm. 80.

j) i substrati degli indicatori segnaletici "segnaletica verticale" retroriflettenti non devono per nessun motivo essere forati e gli stessi dovranno essere dotati di parti addizionali di rinforzo, le quali avranno la duplice funzione sia di rinforzo che di contenimento della bulloneria, che permette l'applicazione del substrato ai sostegni o ad ulteriori barre di irrigidimento;

- qui di seguito indichiamo tre diverse tipologie di rinforzo:

a. corsoio piccolo, per substrati fino a mq. 1,25;

b. corsoio grande, per substrati superiori a mq. 1,25 fino a mq. 4,5;

c. rinforzo ad omega, per substrati formati da più pannelli.

I substrati degli indicatori segnaletici "segnaletica da cantiere" solo in materiale "VTR" potranno essere forati per una più rapida e sicura applicazione al cavalletto ministeriale.

k) i substrati degli indicatori segnaletici retroriflettenti costruiti con più pannelli oltre a quanto previsto al punto f) devono essere accoppiati nei lati interni, sia orizzontalmente che verticalmente con angolari che ne permettano la massima planarità;

- tali angolari oltre ad essere dello stesso materiale del substrato dovranno permettere un accoppiamento perfetto dei singoli pezzi, l'angolare dovrà essere applicato al substrato in modo da avere una sporgenza interna e di una esterna rispetto al filo del pannello, lasciando tra i due formati un minimo di tiraggio.

l) i substrati degli indicatori segnaletici retroriflettenti dopo la loro realizzazione devono avere dei rivestimenti superficiali di protezione ed essere poi verniciati, con vernici esenti da sostanze soggette a migrazione (aventi caratteristiche antiadesive) in colore grigio scuro (RAL 7043).

- tranne che nel composito di resine caratterizzato direttamente in fase di stampaggio con colore grigio scuro (RAL 7043).

m) i rivestimenti superficiali di protezione e la verniciatura eseguite su substrati degli indicatori segnaletici retroriflettenti devono rientrare nei seguenti parametri a garanzia della qualità.

n) Resistenza alla corrosione su:

- composito di resine nessuna ossidazione dopo 2000 ore.

- alluminio nessuna ossidazione dopo 400 ore.
- ferro ossidazione pellicolare max 0,5 mm.

20.2 FINITURA E COMPOSIZIONE DELLA FACCIA ANTERIORE DEL SEGNALE:

la superficie anteriore dei supporti in composito di resine e/o metallici preparati e verniciati come al precedente punto 1), deve essere finita con l'applicazione sull'intera faccia a vista delle pellicole retroriflettenti di cui al punto 3 di classe 1 – classe 2 – e classe 2 superiore microprismatica secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art. 79 – comma 11 – 12 del D.P.R. 16/12/1992 – nr. 495, come modificato dal DPR 16/09/1996 – nr. 610.

Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo, la pellicola retroriflettenti dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità su tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire come questa denominazione un pezzo intero di pellicola sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli. La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente. Quando i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano del tipo perfettamente identico, la D.L./D.E.C. potrà richiedere la realizzazione interamente o parzialmente, con metodo serigrafico, qualora valuti che il quantitativo lo giustifichi in termini economici. Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti mediante le apparecchiature previste dall'art. 194 – comma 1 – D.P.R. 16/12/1992 – nr. 495 come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 – nr. 610. L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni delle ditte produttrici di supporti e pellicola.

20.3 PELLICOLE:

le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal disciplinare tecnico approvato dal Ministero dei LL.PP. con decreto del 31/03/1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI EN 29000. Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto disciplinare, e dalla descrizione delle stesse dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla tabella 1 del disciplinare tecnico summenzionato. Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere approvato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

- DEFINIZIONI:

- **Pellicole di classe 1** - a normale risposta luminosa con durata di 7 anni;
- **Pellicole di classe 2** - ad alta luminosità con durata di 10 anni;
- **Pellicola di classe 2** – superiore microprismatica con durata di 10 anni.

20.4 RETRO DEI SEGNALE:

sul retro dei segnali dovrà essere indicato **indelebilmente** quanto previsto dall'art. 77 – comma 7 del D.P.R. 495 del 16/12/1992. Il nome dell'Ente e dell'ordinanza dovranno essere impressi **indelebilmente o incisi**.

20.5 INDIVIDUAZIONE SUPPORTI A NORMA EUROPEA UNI EN 12899-1:2008 IN COMPOSITO DI RESINE, APPROVATI ED AUTORIZZATI DAL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Il produttore del supporto segnaletico in composito di resine rispondente ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovrà provvedere a renderlo riconoscibile a vista mediante il logotipo del fabbricante, la data con mese e anno di fabbricazione impressa sul retro del segnale **indelebilmente** stampata a caldo. I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli enti acquirenti accertarsi che su ogni segnale sia inciso **indelebilmente** il contrassegno di cui sopra. Decadrà ogni tipo di garanzia se il segnale è sprovvisto di tale marcatura. Le analisi e prove da seguire sui materiali, così come previste dal presente disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio, nome del fabbricante e data.

20.6 CARATTERISTICHE E QUALITÀ DEI SOSTEGNI

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di km./ora 150 pari ad una pressione dinamica di 140 kg./mq. (circolare 18/05/1978) del servizio tecnico centrale del Ministero dei LL.PP. relative al D.M. 03/10/1978). Ove lo ritengano opportuno, le ditte partecipanti potranno proporre ed offrire in elenco prezzi sostegni diversi da quelli prescritti purché ne venga fornita l'ideale documentazione tecnica.

20.6.1 Sostegni a palo

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali) se di sezione circolare saranno in acciaio tubolare diametro mm. 60 e/o diametro mm. 48 rispettivamente spessore mm. 2,5 e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 ed ASTM 123 e non verniciati. I pali di sostegno e controvento saranno chiusi con tappo di plastica. I sostegni dei segnali verticali, esclusi i portali, dovranno essere muniti di dispositivo – antirotazione del segnale rispetto al sostegno. Le staffe, viti e bulloni, non comprese nel prezzo del sostegno, dovranno essere in acciaio inox AISI303, oppure in ferro zincate, ove lo ritengano opportuno, le ditte partecipanti potranno proporre ed offrire in elenco prezzi sostegni a palo diversi da quelli prescritti purché ne venga fornita l'ideale documentazione tecnica, accettati dalla D.L./D.E.C.

20.7 SEGNALI TEMPORANEI E DA CANTIERE

(Certificati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti)

20.7.1 SUPPORTI DA CANTIERE

a) i supporti per indicatori segnaletici retroriflettenti per cantieristica, possono essere realizzati in materiale “VTR” (materiale composito) per la loro leggerezza, maneggevolezza e non pericolosità in caso di incidenti ad elevatissima resistenza meccanica e non dovranno subire deformazioni permanenti, saranno predisposti per essere applicati rapidamente al cavalletto ministeriale, **dovranno essere approvati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**. Le misure dei segnali saranno quelle richieste dal Nuovo Codice della Strada.

b) gli stessi potranno essere realizzati anche in materiale composito tipo “CG10” alluminio (RAL 7043) ad elevata resistenza meccanica. Tale materiale, non dovrà subire deformazioni permanenti a causa di incidenti causati dal traffico veicolare e/o da atti vandalici. **Dovranno essere approvati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**. Le misure dei segnali saranno quelle richieste del Nuovo Codice della Strada.

c) i supporti potranno essere realizzati anche in lamiera di ferro con attacchi normali. **Dovranno essere certificati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

d) i supporti segnaletici **per autostrade o strade con analoghe caratteristiche** possono essere realizzati in materiale “VTR” (materiale composito) per la loro leggerezza, maneggevolezza e non pericolosità in caso di incidenti, ad elevatissima resistenza meccanica e non dovranno subire deformazioni permanenti, saranno predisposti per essere

applicati rapidamente al cavalletto ministeriale, **dovranno essere approvati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**. Le misure dovranno essere quelle richieste dal Nuovo Codice della Strada.

e) i supporti potranno essere realizzati anche in alluminio piano ribordato. **Dovranno essere certificati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

f) i supporti potranno essere realizzati anche in alluminio scatolato. **Dovranno essere certificati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

g) i supporti potranno essere realizzati anche in lamiera di ferro con attacchi normali. **Dovranno essere certificati e/o autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**.

20.7.2 CAVALLETTI PER SEGNALI DA CANTIERE (a norma del C.d.S.)

a) i cavalletti in ferro zincati o verniciati a polveri saranno del tipo “**ministeriale universale**” per poter tenere i supporti sia in composito di resine che in metallo in posizione verticale così come richiesto dal disciplinare tecnico decreto 10 luglio 2002 art. 5.3, completi di maniglia per il trasporto, idonei e predisposti a sostenere anche le lampade di lavoro posizionate in modo tale da non coprire in nessun caso la faccia utile del segnale (vedi disegno allegato).

20.7.3 PELLICOLE RETTORIFLETTENTI

a) le pellicole retroriflettenti saranno quelle richieste dal Ministero LL.PP. con decreto 31/03/1995 cl. 1, cl. 2 e cl. 2 superiore microprismatica e a quanto indicato all’art. 2 pos. 2 e 3.

b) **per Autostrade o strade con analoghe caratteristiche** le pellicole usate dovranno essere obbligatoriamente solo in classe 2 superiore microprismatica.

ARTICOLO 21. SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per la segnaletica orizzontale la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

Circ. LL.PP. 16 maggio 1996, n. 2357 e successive modifiche ed integrazioni;

Circ. LL.PP. 27 dicembre 1996, n. 5923 e successive modifiche ed integrazioni;

Circ. LL.PP. 9 giugno 1997, n. 3107 e successive modifiche ed integrazioni.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicuri la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (dichiarazione di impegno).

La ditta che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all’impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (dichiarazione di conformità).

Inoltre la segnaletica orizzontale dovrà essere priva di sbavature e ben allineata.

Il Direttore dei lavori potrà chiedere, in qualsiasi momento, all’appaltatore la presentazione del “certificato di qualità”, rilasciato da un laboratorio ufficiale, inerente alle caratteristiche principali della vernice impiegata.

Potranno essere utilizzate due diverse tipologie materiali: pitture termoplastiche premiscelate con microsfere di vetro da applicare a spruzzo o con strisce laminate elasto-plastiche autoadesive.

21.1 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI RICHIESTE

Il materiale deve essere corredato di certificazione di garanzia e di conformità alla normativa UNI EN 1436/98 e successive modifiche.

La segnaletica orizzontale provvisoria di cantiere deve possedere i seguenti requisiti:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

- R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,30$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

La segnaletica orizzontale nuova deve possedere i seguenti requisiti:

1) Alla consegna dei lavori:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,30$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

La segnaletica orizzontale a ripasso deve possedere i seguenti requisiti:

1) alla consegna dei lavori:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

La segnaletica per fasce di arresto, zebraure, triangoli realizzata con pittura bicomponente avente residuo secco al 99%, denominato comunemente "colato plastico a freddo " nella quantità minima di 2 kg/m², deve possedere i seguenti requisiti:

1) alla consegna dei lavori:

- Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;

R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

Infine, per quanto concerne le frecce, le scritte ed i disegni vari, si deve garantire che:

1) alla consegna dei lavori:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

2) Dopo 180 gg:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

3) Dopo 365 gg:

Qd $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe Q2;
R.L. $\geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, come previsto per la classe R4;
 $\beta \geq 0,40$, come previsto per la classe B3;
S.R.T. ≥ 45 , come previsto dalla classe S1.

21.2 VERNICI TERMOPLASTICHE SPRUZZATE

21.2.1 Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m²/kg (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 kg·l a 25° C (ASTM D 1473).

21.2.2 Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90 % del peso totale, dovranno aver forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione del metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5÷5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40 %.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente le caratteristiche granulometriche indicate in Tabella 21.317.

TABELLA 21.317

	Setaccio A.S.T.M	% in peso
Perline passanti per il setaccio	n. 70	100
Perline passanti per il setaccio	n. 140	15 ÷ 55
Perline passanti per il setaccio	n. 230	0 ÷ 10

21.2.3 Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

21.2.4 Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 0,120 kg/m di striscia larga 12 cm, mentre per la striscia larga 15 cm non dovrà essere inferiore a 0,150 kg/m e di 1,00 kg per superfici variabili tra 1,0 e 1,2 m². In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 °C e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30÷45 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme ASTM D/711-35.

21.2.5 Viscosità

La vernice, nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza misurata allo storrer viscosimeter a 25 °C espressa in unità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (ASTM D 562). La vernice che cambi consistenza entro sei mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

21.2.6 Residuo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

21.2.7 Contenuto di pigmento

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

21.2.8 Resistenza ai lubrificanti e carburanti

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

21.2.9 Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dall'apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

21.2.10 Diluente

Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. n. 245 del 6 marzo 1963 privi di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoio e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopra citata legge.

21.3 SEGNALETICA IN LAMINATO ELASTO-PLASTICO AUTOADESIVO

21.3.1 Descrizione

La segnaletica orizzontale ad elevata retroriflettenza dovrà essere realizzata applicando un laminato elasto-plastico autoadesivo su pavimentazione ancora calda e non definitivamente addensata con l'impiego di un rullo costipante di adeguato peso e dimensioni.

21.3.2 Caratteristiche del materiale

Il materiale dovrà essere costituito da un laminato elasto-plastico realizzato con polimeri di elevata qualità costituenti il supporto e microsferi di ceramica o vetro immerse con aggregati antiscivolo in una resina ad alto grado di bianco ed elevata resistenza all'usura.

21.3.3 Requisiti di accettazione

Il materiale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

21.3.3.1 Applicazione di margine sinistro

Spessore: $\leq 1,5$ mm

Colore: i colori dei laminati elasto-plastici devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle regioni determinate dai vertici delle coordinate di cromaticità, riportate nella tab. seguente, come previsto nella norma UNI EN 1436, appendice C.

Vertici		1	2	3	4
S. O. bianca	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375

Illuminante normalizzato D65 (ISO/CIE 10526)

Geometria di lettura: 45°/0°; illuminazione (45 ± 5)° e misurazione a (0 ± 10)°

Caratteristiche delle strisce poste al margine sinistro

Retroriflettenza mcd/lux * m²: ≥ 350

Distanza d'osservazione : 30 m

Angolo d'osservazione α 2,29°

Angolo d'illuminamento ε: 1,24°

Antidrucciolo : ≥ 50 srt (British Portable Skid Resistance Tester)

Microsfere ancorate alla resina

Indice di rifrazione ≥ 1,7

21.3.3.2 applicazioni di margine destro e tratteggio frecce e scritte

Il prodotto dovrà presentare una geometria a rilievo tale da consentire un'elevata visibilità in qualunque condizione ambientale come in caso di pioggia.

Spessore: ≤ 2,5 mm

Colore: I colori dei laminati elastoplastici devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle regioni determinate dai vertici delle coordinate di cromaticità, riportate nella tab. seguente, come previsto nella norma UNI EN 1436, appendice C.

Vertici		1	2	3	4
S. O. bianca	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375

Illuminante normalizzato D65 (ISO/CIE 10526)

Geometria di lettura: 45°/0°; illuminazione (45 ± 5)° e misurazione a (0 ± 10)°

Retroriflettenza mcd/lux * m²: ≥ 550

Distanza d'osservazione : 30 m

Angolo d'osservazione α: 2,29°

Angolo d'illuminamento ε: 1,24°

Antidrucciolo: ≥ 50 srt (British Portable Skid Resistance Tester)

Microsfere ancorate alla resina

Indice di rifrazione ≥ 1,7

21.3.4 Posa in opera

La posa in opera del laminato elastoplastico autoadesivo dovrà essere effettuata con idonea attrezzatura sulla pavimentazione appena realizzata ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° C e 70° C.

La posa potrà essere effettuata, se ordinato dalla D.L., anche su pavimentazione da tempo realizzata riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'attrezzatura per la posa delle strisce, preventivamente accettata dalla D.L., dovrà essere automatica e semovente con velocità di posa adeguata a quella della vibrorifinitrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del

laminato e lame da taglio, per eseguire un lavoro a perfetta regola d'arte soprattutto per quanto concerne gli allineamenti, dimensioni tratteggi e larghezze.

L'incasso dovrà essere realizzato con un idoneo rullo a ruote metalliche di idoneo peso preventivamente accettato dalla D.L.

Frecce, scritte e zebature saranno posate manualmente.

21.4 SEGNALETICA IN TERMOPLASTICO PREFORMATO

21.4.1 Caratteristiche Tecniche

Classi UNI EN 1436: S1,Q5,R2

Resina e legante > 20%

TiO₂ e minerali bianchi > 30%

Sfere di vetro > 36 %

Parti anti-scivolo > 10%

Normative Conforme UNI-EN 1871, UNI-EN 1436

Temperatura Applicazione 50°C – 70°C

Attrito valore minimo S1 (45 SRT) dopo usura

Retro Riflettività R2 (100 mcd/m².lx) dopo usura.

21.4.2 Posa in opera

La posa in opera del laminato elastoplastico autoadesivo dovrà essere effettuata con idonea attrezzatura sulla pavimentazione appena realizzata ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° C e 70° C.

La posa potrà essere effettuata, se ordinato dalla D.L., anche su pavimentazione da tempo realizzata riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'attrezzatura per la posa delle strisce, preventivamente accettata dalla D.L., dovrà essere automatica e semovente con velocità di posa adeguata a quella della vibrorifinitrice dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio, per eseguire un lavoro a perfetta regola d'arte soprattutto per quanto concerne gli allineamenti, dimensioni tratteggi e larghezze.

L'incasso dovrà essere realizzato con un idoneo rullo a ruote metalliche di idoneo peso preventivamente accettato dalla D.L.

Frecce, scritte e zebature saranno posate manualmente.

21.5 CANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE

La cancellazione della segnaletica orizzontale di qualsiasi tipo e dimensione deve essere eseguita con apposita macchina scarificatrice o eventualmente mediante ricoprimento con vernice di colore nero.

Firenze, lì 05/09/2022

Il R.U.P.

ALLEGATO C

**“CSA II PARTE TECNICA: SPECIFICHE TECNICHE
OPERE EDILI”**

SPECIFICHE TECNICHE OPERE EDILI

SEZIONE 1

Capo I	Opere edili.....	4
Art. 1	Prescrizioni generali	4
Art. 2	Acqua, calce, leganti idraulici, pozzolane, gesso	4
Art. 3	Sabbia, ghiaia, pietre naturali.....	4
Art. 4	Elementi di laterizio e calcestruzzo.	7
Art. 5	Materiali ferrosi e metalli vari	7
Art. 6	Legnami e prodotti a base di legno.....	8
Art. 7	Materiali per pavimentazione	10
Art. 8	Prodotti per coperture discontinue.....	15
Art. 9	Prodotti per coperture piane: membrane di impermeabilizzazione	17
Art. 10	Vetri e cristalli.....	20
Art. 11	Prodotti diversi: sigillanti e adesivi.....	22
Art. 12	Colori e vernici	22
Art. 13	Materiali impermeabilizzanti	23
Art. 14	Geotessili.....	25
Art. 15	Materiali ceramici in genere.....	26
Art. 16	Prodotti per rivestimenti interni ed esterni	26
Art. 17	Tubazioni.....	28
Art. 18	Isolanti termo-acustici.....	30
Art. 19	Prodotti per l'assorbimento acustico	31
Art. 20	Prodotti per l'isolamento acustico	32
Art. 21	Materiali per opere di sistemazione vegetazionale	33
Art. 22	Materiali per applicazioni geologiche e pedologiche	34
Art. 23	Materiali additivi per calcestruzzi e malte	34
Art. 24	Infissi	35
Art. 25	Pareti esterne e partizioni interne	36
Capo II	Impianto smaltimento acque reflue.....	38
Art. 26	Generalità	38
Art. 27	Tubazioni e componenti	38
Capo III	Impianto smaltimento acque meteoriche	39
Art. 28	Generalità	39
Art. 29	Tubazioni e componenti	40
Capo IV	Lavori a misura	41
Art. 30	Disposizioni generali.....	41
Capo V	Scavi e rilevati	41
Art. 31	Scavi in genere	41
Art. 32	Scavi di sbancamento	41
Art. 33	Scavi di fondazione	42
Art. 34	Scavi subacquei e prosciugamenti	42
Art. 35	Rilevati e rinterri.....	43
Art. 36	Paratie o casseri	43
Art. 37	Palificazioni	45
Art. 38	Fondazioni speciali	47
Capo VI	Drenaggi	48
Art. 39	Drenaggi in nontessuto e pietrame	48
Capo VII	Demolizioni e rimozioni	48
Art. 40	Demolizioni e rimozioni in genere	48
Capo VIII	Murature, opere in cemento armato, strutture in acciaio e solai.....	48

Art. 41	Malte e conglomerati.....	48
Art. 42	Murature in genere.....	50
Art. 43	Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespai.....	51
Art. 44	Murature di pietrame con malta.....	52
Art. 45	Paramenti per le murature di pietrame.....	53
Art. 46	Murature di mattoni.....	54
Art. 47	Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati.....	54
Art. 48	Murature miste.....	54
Art. 49	Murature di getto o calcestruzzi.....	55
Art. 50	Opere in cemento armato normale e precompresso.....	55
Art. 51	Strutture in acciaio.....	56
Art. 52	Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture.....	57
Art. 53	Costruzione delle volte.....	57
Art. 54	Solai.....	58
Art. 55	Controsoffitti.....	59
Art. 56	Coperture a tetto.....	61
Art. 57	Coperture a terrazza.....	63
Art. 58	Impermeabilizzazioni.....	63
Art. 59	Strutture in vetrocemento armato.....	64
Art. 60	Intonaci.....	65
Capo IX	Pavimenti e rivestimenti.....	67
Art. 61	Pavimenti.....	67
Art. 62	Rivestimenti di pareti.....	71
Capo X	Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali.....	71
Art. 63	Norme generali.....	71
Art. 64	Marmi e pietre naturali.....	72
Art. 65	Pietre artificiali.....	72
Capo XI	Opere in ferro.....	73
Art. 66	Norme generali e particolari.....	73
Capo XII	Opere da pittore.....	74
Art. 67	Norme generali.....	74
Art. 68	Esecuzioni particolari.....	74
Art. 69	Tappezzeria con carta.....	76
Capo XIII	Opere speciali.....	76
Art. 70	Manufatti di completamento esterno prefabbricati in c.l.s.....	76
Art. 71	Barriere fonoassorbenti.....	77
Capo XIV	Collocamento in opera.....	77
Art. 72	Norme generali.....	77
Art. 73	Collocamento di manufatti in legno.....	77
Art. 74	Collocamento di manufatti in ferro.....	78
Art. 75	Collocamento di manufatti in marmo e pietre.....	78
Art. 76	Collocamento di manufatti vari forniti dall'Amministrazione appaltante.....	79
Capo XV	Lavori vari.....	79
Art. 77	Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli.....	79
Art. 78	Lavori eventuali non previsti.....	79
APPENDICE	Norme per la misurazione e valutazione dei	
lavori.....	.....	81
Art. 1	Scavi in genere.....	81
Art. 2	Rilevati o rinterri.....	82
Art. 3	Riempimento di pietrame a secco.....	82
Art. 4	Paratie e casseri in legname.....	82
Art. 5	Palificazioni e micropali.....	82
Art. 6	Demolizioni in muratura.....	82

Art.7	Murature in genere.....	83
Art. 8	Paramenti di facciavista.....	84
Art. 9	Murature in pietra da taglio	84
Art. 10	Calcestruzzi e smalti.....	84
Art. 11	Conglomerato cementizio armato	84
Art. 12	Centinature delle volte	85
Art. 13	Solai	85
Art. 14	Controsoffitti	85
Art. 15	Coperture a tetto	85
Art. 16	Vespai.....	86
Art. 17	Pavimenti	86
Art. 18	Rivestimenti di pareti	86
Art. 19	Posa in opera di marmi, pietre naturali ed artificiali.....	86
Art. 20	Intonaci.....	87
Art. 21	Decorazioni.....	87
Art. 22	Tinteggiature, coloriture e verniciature.....	88
Art. 23	Tappezzeria con carta	89
Art. 24	Posa in opera di serramenti.....	89
Art. 25	Lavori in legname	89
Art. 26	Lavori in metallo	90
Art. 27	Canali di gronda e tubi pluviali.....	90
Art. 28	Tubazioni in genere	90
Art. 29	Vetri, cristalli e simili.....	91
Art. 30	Lavori compensati a corpo	91
Art. 31	Mano d'opera.....	92
Art. 32	Noleggi.....	92
Art. 33	Trasporti.....	92
Art. 34	Materiali a piè d'opera o in cantiere.....	93

Titolo I

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Capo I OPERE EDILI

Art. 1 Prescrizioni generali

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Art. 2 Acqua, calce, leganti idraulici, pozzolane, gesso

Acqua

L'acqua per l'impasto dei leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, scevra da materie terrose, con contenuto in sali (particolarmente solfati e cloruri) tale da risultare non eccessivamente "dura" e/o aggressiva.

Calce

Le calci aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

Leganti idraulici

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro, dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 03.06.1968, in Gazzetta Ufficiale 17.07.1968, n° 180, come modificato dal D.M. 20.11.1984, in Gazzetta Ufficiale 27.12.1984, n° 353.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939, n° 2230.

Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

Art. 3 Sabbia, ghiaia, pietre naturali.

La sabbia, le ghiaie ed i pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili ed avere le qualità stabilite dai R.D. 16.11.1939, n° 2228 e n° 2229, nonché dal D.M. 27.07.1985, Allegato 1, per i leganti idraulici e per i conglomerati cementizi semplici od armati.

Sabbia

La sabbia per il confezionamento di malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose ed essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di:

- mm. 2 per murature in genere;
- mm. 1 per gli intonaci, le murature di paramento od in pietra da taglio.

L'«accettabilità» della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'Allegato 1 del già citato D.M. 03.06.1968, sui requisiti di accettazione dei cementi.

Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. In genere, indicativamente, gli elementi di essi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro di:

- cm. 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- cm. 4 se si tratta di volte di getto;
- cm. 1 ÷ 3 se si tratta di cappe di volte o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di 1 cm. di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volte od in lavori in cemento armato od a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme UNI 8520/1-2, ed. 1984-86. Mentre gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme UNI 7549/1-12, ed. 1976.

La ghiaia ed il pietrisco per i piazzali e viali dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o a calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo, ed avranno spigolo vivo; inoltre dovranno essere scevri da materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee. Sono assolutamente da escludere le rocce marnose. Dovranno corrispondere alle norme di cui al Fascicolo n° 4 del C.N.R., ed. 1953.

I ghiaietti per pavimentazione dovranno corrispondere alla tabella UNI 2710, ed. 1945. Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- pietrisco da 40 a 71 mm per la costruzione di massicciate cilindrate;
- pietrisco da 25 a 40 mm per la esecuzione di ricariche di massicciate;
- pietrischetto da 15 a 25 mm per la esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni, e pietrischetti bitumati;
- graniglia da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, conglomerati bituminosi;
- graniglia da 2 a 5 mm di impiego eccezionale, e con consenso del Direttore dei Lavori, per trattamenti superficiali e conglomerati bituminosi.

Pietre naturali

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno essere a grana compatta e monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; inoltre dovranno avere dimensioni adatte al loro particolare impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Saranno assolutamente da escludere le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

In particolare le caratteristiche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione, in relazione alla natura della roccia prescelta, tenuto conto dell'impiego che si dovrà farne nell'opera da costruire, dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2232, nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89, e, se del caso, alle norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali C.N.R., ed. 1954, e alle tabelle UNI 2719, ed. 1945.

Per quanto attiene la terminologia commercialmente utilizzata si conviene in particolare il significato di seguito riportato:

Marmo (termine commerciale): roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs dell'ordine di 3÷4 (quali calcite, dolomite, serpentino). A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

Granito (termine commerciale): roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs dell'ordine 6÷7 (quali quarzo, feldspati, feldspatoidi). A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granidioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispondenti rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

Travertino (termine commerciale): roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono comunque riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte di cui sono esempio varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.);
- rocce dure e/o compatte di cui sono esempio le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leuciti, ecc).

Pietra (termine commerciale): roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile. Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica vale quanto riportato nella norma UNI 8458. I prodotti in pietra naturale dovranno comunque rispondere a quanto segue:

- appartenere alla denominazione commerciale e petrografica indicate nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesto nonché essere conforme ad eventuali campioni di riferimento;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

A richiesta della il fornitore dovrà dichiarare i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale) delle seguenti caratteristiche:

- massa volumica reale ed apparente;
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale;
- resistenza a compressione;
- resistenza a flessione;
- resistenza all'abrasione.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità.

Il tufo dovrà essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo il cappellaccio, quello pomicioso e quello facilmente friabile.

L'ardesia in lastre per copertura dovrà essere di 1ª scelta e di spessore uniforme; le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa che liscia, e scevre da inclusioni e

venature.

I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli od altri difetti che ne infirmino l'omogeneità e la solidità.

Inoltre si ricorda che non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature e che le facce a vista dovranno sempre risultare levigate e, se richiesto dalla Direzione Lavori lucidate a piombo.

Art. 4 Elementi di laterizio e calcestruzzo.

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2233, ed alle norme UNI 8942/1-3, ed. '86, laterizi per murature, nonché alle norme UNI 5967/67, per mattoni forati, e UNI 2619-44, 2620-44 per laterizi da copertura, UNI 2105, 2106 e 2107 per tavelle e tavelloni.

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (in laterizio o calcestruzzo) potranno essere costituiti da laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Mattoni pieni e forati, volterrane e tavelloni

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg/cm².....

I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 16 kg/cm² di superficie totale premuta.

Tegole

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; inoltre appoggiate su due regoli posti a mm 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a kg 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg 1 cadente dall'altezza di cm 20. Sotto un carico di mm 50 d'acqua, mantenuta per 24 ore, le tegole devono risultare impermeabili. Le tegole piane, infine, non devono presentare difetto alcuno nel nasello.

Laterizi per opere in cemento armato e metalliche

I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'Allegato 7 del D.M. 16.01.1996.

I mattoni e blocchi artificiali pieni e semipieni da impiegarsi nella realizzazione di murature portanti, debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20.11.1987, «Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento».

Mattoni e blocchi per opere in zona sismica

I mattoni ed i blocchi artificiali pieni e semipieni da impiegarsi nelle costruzioni sismiche dovranno essere della tipologia di cui all'Allegato 1 del D.M. 16.01.1996, e dovranno avere le percentuali di foratura e le caratteristiche per l'accettazione ivi previste; ai fini dell'accettazione della fornitura, l'Appaltatore sottoporrà al Direttore dei Lavori la certificazione di cui al detto Allegato 1.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste dalle vigenti normative.

È in facoltà del Direttore dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Art. 5 Materiali ferrosi e metalli vari

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature,

brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 29.02.1908, come modificato dal D.R. 15.07.1925 ed alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

Ferro

Il ferro comune dovrà essere di 1ª qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Inoltre dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

Acciaio trafilato o laminato

Tale acciaio, nelle varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità: in particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature od alterazioni. Esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; inoltre alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare.

Acciaio fuso in getti

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di 1ª qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

Ghisa

La ghisa dovrà essere di 1ª qualità e di 2ª fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà inoltre essere perfettamente modellata. È assolutamente da escludersi l'impiego di ghise fosforose.

Acciaio per cemento armato

L'acciaio impiegato nelle strutture in conglomerato cementizio armato dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 16.01.1996, Parte Prima, punto 2.2, se normale, e punto 2.3, se precompresso, nonché alle prescrizioni di cui agli Allegati 3, 4, 5 e 6, ed alla Circolare Ministero LL.PP. 01.09.1987, n° 29010.

Il Direttore dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere, a norma dei punti 2.2.8.4 e 2.3.3.2 della suddetta Parte Prima.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine

Acciaio per strutture metalliche

L'acciaio impiegato nelle strutture metalliche dovrà rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 16.01.1996, Parte Seconda, punto 2.1 per acciaio laminato, punto 2.2 per acciaio per getti, punto 2.3 per acciaio per strutture saldate.

Gli elettrodi per saldature dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al punto 2.4, mentre i bulloni e i chiodi ai punti 2.5, 2.6 e 2.7; la fornitura dovrà essere accompagnata dalla certificazione di cui al D.M. 16.01.1996, Allegato 8.

Il Direttore dei Lavori, qualora lo ritenga opportuno, ed a suo insindacabile giudizio, potrà effettuare controlli, a norma del suddetto Allegato 8, anche su prodotti qualificati.

Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma o ne alteri la resistenza o la durata.

Art. 6 Legnami e prodotti a base di legno

Legnami

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano,

dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1912 e alle norme UNI 2853-57 e 4144-58, e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il legname si distinguerà, secondo le essenze e la resistenza di cui è dotato, in dolce e forte; si riterrà dolce il pioppo, l'ontano, l'abete, il pino nostrale, iliglio, il platano, il salice, l'acero, mentre si riterrà forte la quercia, il noce, il frassino, l'olmo, il cipresso, il castagno, il larice, il pino svedese, il faggio.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di 1^a scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta, e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare.

Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, cipollature, buchi od altri difetti.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15/1000 della lunghezza, né 1/4 del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere e senza scarniture, tollerandosene l'alborno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alborno né smussi di sorta.

Prodotti a base di legno

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

I segati di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- mm. 10 di tolleranza su lunghezza e larghezza;
- mm. 2 di tolleranza sullo spessore;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 9021/2.

I pannelli a base di fibra di legno, oltre a quanto specificato nel progetto e/o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, s'intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- ± 3 mm di tolleranza su lunghezza e larghezza;
- mm 0,5 di tolleranza sullo spessore;
- umidità non maggiore dell' 8 %;
- massa volumica: per tipo tenero < di 350 kg/m³; per tipo semiduro compreso tra 350 e 800 kg/m³; per tipo duro > 800 kg/m³, misurata secondo la norma UNI 9343.

La superficie potrà essere:

- grezza, se mantenuta come risulta dalla pressatura;
- levigata, quando ha subito la lavorazione predetta.

Funzionalmente saranno del tipo:

- con assorbimento d'acqua massimo;
- con basso assorbimento di acqua;
- con resistenza a flessione;
- con classe di reazione al fuoco R.E.I.;

- fonoisolanti.

I pannelli a base di particelle di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- ± 5 mm di tolleranza su lunghezza e larghezza;
- $\pm 0,5$ mm di tolleranza sullo spessore;
- umidità del 10%, con tolleranza del $\pm 3\%$;
- massa volumica ... kg/m³;
- superficie grezza, levigata o rivestita;
- resistenza al distacco degli strati esterni minimo 1 N/mm²;

Caratteristiche funzionali:

- rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua 12% (oppure 16%);
- classe di reazione al fuoco R.E.I. ...;
- fonoisolamento ... dB;
- assorbimento d'acqua massimo ... %;
- resistenza a flessione ... N/mm².

I pannelli di legno compensato e paniforti, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- mm 5 di tolleranza su lunghezza e larghezza;
- mm 1 di tolleranza sullo spessore;
- umidità non maggiore del 12%;
- resistenza al distacco degli strati esterni ... N.

Caratteristiche funzionali:

- resistenza a trazione ... N,
- resistenza a flessione statica ... N,

Art. 7 Materiali per pavimentazione

I materiali per pavimentazione, pianelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2234 ed alle norme UNI vigenti.

Si prescrive tassativamente che per ogni locale o insieme di locali, a giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, gli elementi di pavimentazione dovranno essere di aspetto, colore, dimensioni, grado di ruvidezza e spessore assolutamente uniformi, e recare sul retro il marchio del produttore; ogni confezione dovrà inoltre riportare le indicazioni generali e le caratteristiche tecniche e commerciali del prodotto.

Gli elementi dovranno essere sempre delle fabbriche più note, di 1^a scelta e, qualora il Direttore dei Lavori lo ordini per iscritto, potranno essere della 2^a scelta con l'applicazione di un coefficiente, al prezzo di quelle di prima, pari a 0,75.

Qualora, in relazione al tipo di locale in cui dovranno essere poste, il Direttore dei Lavori lo richieda, potrà essere messo in opera anche materiale della 3^a scelta applicando un coefficiente pari a 0,55.

Mattonelle, marmette e pietrini di cemento

Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione, di buon comportamento a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore.

La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati e uniformi.

Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm 25, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante non inferiore a mm 7.

Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di mm 25 con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo.

I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm 30 con lo strato

superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm 8; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.

Dovranno rispondere a quanto prescritto dalle norme UNI 2623-44 e seguenti.

Pavimenti e rivestimenti in gomma, vinilici e/o linoleum

Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature.

Salvo il caso di pavimentazione da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori non dovranno essere inferiori a mm 2,5 con una tolleranza non superiore al 5%.

Dovranno rispondere alle norme UNI 8298/1-16, ed. 1981-86.

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date nel progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle norme UNI 8272/1-11, ed. 1981-87 ed alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura, in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n° 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n° 3 della scala dei grigi.

Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- per piastrelle: lunghezza e larghezza $\pm 0,3\%$; spessore mm 0,2;
- per rotoli: lunghezza $\pm 1\%$, larghezza $\pm 0,3\%$, spessore mm 0,2;
- per piastrelle e rotoli: la distanza tra il bordo delle piastrelle e la semiretta uscente dall'angolo non deve essere maggiore di 0,12 L/100 (dove "L" è la distanza dall'origine).

Inoltre:

- la durezza deve essere compresa tra 75 a 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di mm 300;
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- la classe di reazione al fuoco deve essere, al minimo, la 1ª secondo il D.P.R. 26.06.1984, Allegato A3.1;
- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazione di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n° 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 5137; inoltre non sono ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore non maggiore di quello dell'elemento n° 3 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento n° 2.

Il controllo delle suddette caratteristiche si intende effettuato secondo i criteri generali sopra indicati utilizzando la norma UNI 8272.

I prodotti dovranno essere forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento dovrà contenere oltre al nome del fornitore le informazioni di cui ai commi precedenti.

I materiali vinilici dovranno avere peso a m² non inferiore a kg 1,20 per mm di spessore. Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento fra i vari strati. Un pezzo di forma quadrata di m 0,20 di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro di 10x(s+1) millimetri; dove "s" rappresenta lo spessore in millimetri senza che si formino fenditure e screpolature.

I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- UNI 5573, per le piastrelle di vinile;

- UNI 7071, per le piastrelle di vinile omogeneo;
- UNI 7072, per le piastrelle di vinile non omogeneo.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme UNI citate.

Pavimenti in legno

Saranno di tre tipi di in relazione alle dimensioni degli elementi:

- a) a doghe di piccole dimensioni in larghezza cm 3,5÷5, lunghezza cm 20÷40, spessore cm 0,6÷1,2, da montare per incollaggio;
- b) a formelle premontate, di dimensioni quadrate, rettangolari, con listoncini, e con disegni vari, da montare per incollaggio oppure da posare con incastri a secco;
- c) a listoni delle dimensioni in larghezza cm 12÷20 e lunghezza cm 400, con spessore di cm 2÷2,5 da posare con incastri a secco.

Gli elementi di pavimentazione risponderanno alle norme UNI 4373-59, 4374-59, 4375-59. I prodotti di legno per pavimentazioni (tavolette listoni, mosaico di lamelle, blocchetti ecc.) si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto, non avere difetti visibili sulle facce in vista superiori ai limiti sotto indicati:

- 1ª qualità: piccoli nodi sani con diametro < di mm 2 se del colore della specie (< di mm 1 se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione con profondità minore di mm 1 e purché presenti su meno del 10% degli elementi;
- 2ª qualità: piccoli nodi sani con diametro < di mm 5 se del colore della specie (< di mm 2 se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione come per la 1ª qualità; piccole fenditure; alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;
- 3ª qualità: esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica); alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

I prodotti di cui sopra dovranno avere contenuto di umidità compreso tra il 10÷15%, ed inoltre dimensioni, tolleranze e finitura come sotto indicato:

- listoni: mm 1 sullo spessore; mm 2 sulla larghezza; mm 5 sulla lunghezza;
- tavolette: mm 0,5 sullo spessore; $\pm 1,5\%$ sulla larghezza e lunghezza;
- mosaico, quadrotti, ecc.: mm 0,5 sullo spessore; $\pm 1.5\%$ sulla larghezza e lunghezza.

Le facce a vista ed i fianchi saranno lisci.

La resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura. I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Nell'imballo un foglio informativo indicherà oltre al nome del fornitore e contenuto le caratteristiche di cui sopra.

Pavimenti in masselli ed elementi in calcestruzzo

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o completamento, alle seguenti norme:

- a) le mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata o striata o con impronta, le marmette e le mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata, devono rispondere al RD 16.11.1939, n° 2234, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione ed al coefficiente di usura al tribometro;
- b) Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni, utilizzati prevalentemente all'esterno, risponderanno alle norme UNI 9065-87 e 9066/1/2-87, saranno a doppio strato, autobloccanti, realizzati mediante stampaggio multiplo in calcestruzzo pressovibrato, con dimensioni approssimative di mm 220x70 e spessore di mm 60÷70. Potranno essere utilizzate, a discrezione del Direttore dei Lavori, anche misure diverse. L'impasto dello

strato superficiale sarà a base di quarzo, colorato con pigmenti di ossidi di ferro.

Saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superano le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di mm 3 per un singolo elemento e mm 2 quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza 15% per il singolo massello e 10% sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza $\pm 5\%$ per il singolo elemento e $\pm 3\%$ per la media;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere $>$ di 50 N/mm² per il singolo elemento e $>$ di 60 N/mm² per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

Pavimenti in ceramica

Potranno essere fabbricate con procedimenti diversi e di varie dimensioni, purché siano garantite le seguenti caratteristiche fisico-chimiche: alto peso specifico, minimo assorbimento d'acqua, elevata resistenza a flessione, resistenza all'usura, al gelo, agli sbalzi di temperatura, alle azioni chimiche di acidi e basi.

Gli elementi risponderanno ai criteri di accettazione di cui alle norme UNI EN 163.

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, grès, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo UNI EN 87.

A seconda della classe di appartenenza (norma UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di 1ª scelta devono rispondere alle norme seguenti:

Formatura	ASSORBIMENTO D'ACQUA, "E" %			
	Gruppo I E $\leq$ 3%	Gruppo II a 3%<E $\leq$ 6%	Gruppo II b 6%<E $\leq$ 10%	Gruppo III E > 10%
Estruse	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Pressate a secco	UNI EN 176	UNI EN 177	UNI EN 178	UNI EN 159

I prodotti di 2ª scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto.

Per i prodotti definiti "piastrelle comuni di argilla" e "piastrelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle greificate" dal R.D. 16.11.1939, n° 2234, devono inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- resistenza all'urto 0,20 kgm;
- resistenza alla flessione 25 kg/cm;
- coefficiente di usura al tribometro 15 μ /m.

Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare, ai fini di una qualificazione del materiale, sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (norma UNI EN 87). Pertanto:

- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
- per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro

relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettati dalla Direzione Lavori.

I prodotti dovranno essere forniti in appositi imballi che li proteggono da azioni meccaniche, sporcatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa, e dovranno essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

Pavimenti realizzati in sito con prodotti di resina

I prodotti di resina, applicati fluidi o in pasta, per rivestimenti di pavimenti saranno posti in opera:

- mediante impregnazione semplice (i1);
- a saturazione (i2);
- mediante film con spessori fino a 200 μ (f1);
- mediante film con spessori superiori (f2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (a);
- con prodotti spatolati (s).

Per i metodi di accettazione si farà riferimento alla UNI 8298.

Le caratteristiche evidenziate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni del progetto.

Caratteristiche rispetto ai vari tipi	Grado di significatività				
	i1i2	f1	f2	a	s
Colore	-	-	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	++
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	++
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura di sigaretta	-	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	++
Resistenza meccanica ai ripristini	-	-	+	+	+

LEGENDA: + significativa; - non significativa

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

Prodotti per pavimentazione in elementi lapidei ricostituiti

Per quanto attiene la terminologia si convengono i significati di seguito riportati:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo, senza aggiunta di leganti;
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato); elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento e con resine;
- lastra rifilata: elemento con dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, avente solitamente una dimensione maggiore di cm 60 e spessore non minore di cm 2;
- marmetta: elemento lapideo ricostituito avente dimensioni solitamente minori di cm 60 e con spessore minore di cm 2;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la

lunghezza e/o la larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc. si veda le norme UNI 9379.

I prodotti di cui sopra devono comunque rispondere alle prescrizioni del progetto.

In mancanza di tolleranze sui disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. abbiano tolleranza di mm 1 sulla larghezza e lunghezza e di mm 2 sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 16.11.1939, n° 2234, per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in μ/m

Le forniture avverranno su pallets, i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti. Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

I prodotti di metallo per pavimentazione

I prodotti di metallo per pavimentazioni dovranno rispondere alle prescrizioni date dalle norme UNI 4630, per le lamiere bugnate, ed UNI 3151, per le lamiere stirate. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudicano l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.

Art. 8 Prodotti per coperture discontinue

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari. Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

Tegole e coppi in laterizio

Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.). Tali prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza od a complemento, alle prescrizioni minime sotto riportate.

Sono ammessi difetti nei limiti seguenti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) > di mm 15 e non deve esserci più di n° 1 protuberanza; è ammessa tale protuberanza solamente se di diametro medio compreso tra mm $7 \div 15$ ogni 2 dm² di superficie proiettata;
- le sbavature non devono impedire un corretto assemblaggio.

Sono ammesse tolleranze sulle dimensioni nominali e forma geometrica nei limiti seguenti:

- lunghezza $\pm 3\%$;
- larghezza $\pm 3\%$ per tegole e $\pm 8\%$ per coppi.

È ammessa tolleranza del 15% sulla massa convenzionale.

La permeabilità deve permettere il formarsi della goccia sotto tegola ma non il suo distacco.

È richiesta una resistenza minima a flessione, per forza F singola, maggiore di 1000 N.

Sono richiesti i seguenti carichi minimi di rottura:

- per singolo valore della forza F, maggiore di 1000 N;
- per valore medio della forza F, maggiore di 1500 N.

Per i criteri di accettazione in caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI

8626 ed UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possono degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni delle caratteristiche di cui sopra ed eventuali istruzioni complementari.

Tegole in calcestruzzo

Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.).

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a complemento alle prescrizioni minime sotto riportate. Sono ammessi difetti nei limiti seguenti:

- le fessure non sono ammesse;
- le incavature non devono avere profondità maggiore di mm 4 (escluse le tegole con superficie granulata);
- le protuberanze sono ammesse in forma leggera;
- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.

Sono ammesse tolleranze, sulle dimensioni nominali e forma geometrica, nei limiti seguenti:

- lunghezza $\pm 1,5\%$;
- larghezza $\pm 1\%$;
- altre dimensioni dichiarate $\pm 1,6\%$;
- ortometria e scostamento orizzontale non maggiore del $1,6\%$ del lato maggiore.

È ammessa tolleranza del $\pm 10\%$ sulla massa convenzionale.

L'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 ore.

Dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N, su campioni maturati 28 giorni.

È richiesto il seguente carico minimo di rottura:

- singolo valore della forza F, > di 1800 N;
- valore medio della forza F, > di 1500 N.

Per i criteri di accettazione in caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8635.

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materia termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni di cui ai punti precedenti ed eventuali istruzioni complementari.

Lastre in materia plastica

Le lastre di materia plastica, rinforzata o non rinforzata, si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

- le lastre ondulate traslucide di materia plastica rinforzata con fibre di vetro devono essere conformi alla norma UNI 6774;
- le lastre di polistirene devono essere conformi alla norma UNI 7073;
- le lastre di polimetilmetacrilato devono essere conformi alla norma UNI 7074.

Lastre in metallo

Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza a completamento alle seguenti caratteristiche.

Prodotti completamente supportati: tolleranze di dimensioni e di spessore; resistenza al punzonamento; resistenza al piegamento a 360° ; resistenza alla corrosione; resistenza a

trazione conformi a quanto di norma. Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio.

Prodotti autoportanti (compresi pannelli, lastre grecate, ecc.): oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi. Per i criteri di accettazione, in caso di contestazione, si farà riferimento alle norme UNI.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. 9 Prodotti per coperture piane: membrane di impermeabilizzazione

Si intendono prodotti per la impermeabilizzazioni di coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori, solitamente liquidi e/o in pasta, da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane sono classificabili descrittivamente in base a:

- materiale componente (bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene, etilene vinilacetato, ecc.);
- materiale di armatura inseriti nella membrana (armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- materiale di finitura della faccia superiore (poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- materiale di finitura della faccia inferiore (poliestere non-tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

I prodotti in contenitori sono classificabili descrittivamente come:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Membrane per coperture

Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore, devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;

- resistenza a trazione ed impermeabilità all'aria delle giunzioni.

Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629 per le caratteristiche predette sono valide anche per questo impiego.

Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di equalizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante, devono rispondere alla UNI 9268, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche predette sono valide anche per questo impiego.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria, devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- resistenza a trazione ed impermeabilità all'aria delle giunzioni.

Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche predette sono valide anche per questo impiego.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua, devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono, solo per polimeriche e plastomeriche;
- resistenza ad azioni combinate, solo per polimeriche e plastomeriche;
- resistenza a trazione ed impermeabilità all'aria delle giunzioni.

Le membrane destinate a formare strati di protezione, devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo, esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR;
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- resistenza delle giunzioni alla trazione.

L'autoprotezione minerale dovrà resistere all'azione di distacco.

Membrane a base di elastomeri e plastomeri

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente punto a), utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencati nel seguente punto b), devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo punto c).

a) Tipi di membrane:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura, intendendosi per materiale elastomerico un materiale che sia fundamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (es. gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura, intendendosi per materiale plastomerico un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego, ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (es. cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (es. polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche accoppiate quali membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:

- classe a: membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (es. bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);
- classe b: membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (es. canali, acquedotti, ecc.);
- classe c: membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (es. fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.);
- classe d: membrane adatte anche in condizioni d'intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce;
- classe e: membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (es. discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);
- classe f: membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (es. acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.);

c) Limiti di utilizzo

Le membrane di cui al punto a) sono valide per gli impieghi di cui al punto b) purché rispettino le caratteristiche previste nella varie parti delle norme UNI 8898.

Prodotti forniti sotto forma di liquidi

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua, ma anche altri strati funzionali della copertura piana, a seconda del materiale costituente devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- a) Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazione, in solvente e/o emulsione acquosa, devono rispondere ai limiti specificati per i diversi tipi, alla UNI 4157;
- b) Malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla UNI 5660 FA 227;
- c) Asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alla UNI 5654 FA 191;
- d) Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla UNI 4377 FA 233;
- e) Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla UNI 4378 FA 234;
- f) Prodotti fluidi od in paste a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanic, epossipoliuretanic, epossicatrame, polimetilcatrame, polimeri clorurati,

acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutati in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti di legge:

- caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione);
- viscosità;
- massa volumica;
- contenuto di non volatile % in massa;
- punto di infiammabilità minimo %;
- contenuto di ceneri massimo g/kg;
- caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzato;
- spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato;
- valore dell'allungamento a rottura;
- resistenza al punzonamento statico o dinamico;
- stabilità dimensionale a seguito di azione termica, variazione dimensionale massima in %;
- impermeabilità all'acqua, minima pressione di ... kPa;
- comportamento all'acqua, variazione di massa massima in %;
- invecchiamento termico in aria a 70°C, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento;
- invecchiamento termico in acqua, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento.

Art. 10 Vetri e cristalli

Si definiscono prodotti di vetro quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- vetri piani;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi si fa riferimento alle norme UNI.

I vetri piani trasparenti per l'edilizia, che dovranno rispondere alla UNI 6486-75, si intendono identificati dalle seguenti denominazioni con riguardo agli spessori espressi in mm:

- sottile (semplice)	2	(1,8÷2,2)
- normale (semi-doppi)	3	(2,8÷3,2)
- forte (doppio)	4	(3,7÷4,3)
- spesso (mezzo-cristallo)	5÷8	
- ultraspeso (cristallo)	10÷19	

I vetri e i cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di 1^a qualità, perfettamente incolori, molto trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure può richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Vetri piani grezzi

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi ed anche cristalli grezzi traslucidi, incolori cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la UNI 6123 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Vetri piani lucidi tirati

I vetri piani lucidi tirati, sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate non avendo subito lavorazione di superficie.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la

UNI 6486 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Vetri piani trasparenti float

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la UNI 6487 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Vetri piani temperati

I vetri piani temperati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti.

Le loro dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la UNI 7142 che considera anche le modalità di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Vetri piani uniti al perimetro o vetrocamera

I vetri piani uniti al perimetro o vetrocamera sono quelli costituiti da due lastre di vetro (solitamente incolore che non abbiano subito trattamento di tempra o trattamenti superficiali) tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi od altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Le loro dimensioni, numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche vale la UNI 7171 che definisce anche i metodi di controllo da adottare in caso di contestazione. I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie.

Il loro spessore varia in base al numero ed allo spessore delle lastre costituenti.

Essi si dividono in base alla loro resistenza, alle sollecitazioni meccaniche come segue:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

La loro dimensioni numero e tipo delle lastre saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche si fa riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla UNI 7172;
- i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alle UNI 7172 e UNI 9186;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla UNI 9187.

I valori di isolamento termico, acustico, ecc. saranno quelli derivanti dalle dimensioni prescritte, il fornitore comunicherà i valori se richiesti.

Vetri piani profilati ad U

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione. Possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della UNI 7306 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

Vetri pressati per vetrocimento armato

I vetri pressati per vetrocimento armato possono essere a forma cava od a forma di

camera d'aria.

Le dimensioni saranno quelle indicate nel progetto. Per le caratteristiche vale quanto indicato nella UNI 7440 che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione.

Art. 11 Prodotti diversi: sigillanti e adesivi

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UN 17.1.

Sigillanti

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle suddette prescrizioni si intende comprovato quanto il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI e/o è in possesso di attestati di conformità, in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad un attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso. Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per i diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.). Sono invece esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle suddette prescrizioni si intende comprovato quanto il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Art. 12 Colori e vernici

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre della migliore qualità e rispondere alle norme UNI 8305-81, 8359-82 e 8785-86.

Olio di lino cotto

L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro

o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1%, ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

Acquaragia (essenza di trementina)

Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15°C sarà di 0,87.

Biacca

La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

Bianco di zinco

Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco, e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità, l'umidità non dovrà superare il 3%.

Minio

Sia di piombo (sesquossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario ecc.).

Latte di calce

Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

Colori all'acqua, a colla o ad olio

Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.

Vernici

Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelta; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Le vernici speciali, eventualmente prescritte dalla Direzione Lavori dovranno essere fornite nei loro recipienti originali chiusi.

Encausti

Gli encausti potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encausto, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto del sale di tartaro o nell'essenza di trementina.

Art. 13 Materiali impermeabilizzanti

Asfalto

L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle miniere più reputate, sarà in piani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente dalla distillazione del carbon fossile, ed il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104÷1205 Kg. Risponderà alle norme UNI 5654-65 e seguenti.

Bitume asfaltico

Il bitume asfaltico proverrà dalla distillazione di rocce di asfalto naturale, sarà molle, assai scorrevole, di colore nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e del catrame vegetale. Risponderanno alle norme UNI 4157-87.

Mastice di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico il confezionamento di malte asfaltiche e asfalti colati

I bitumi da spalmatura impiegati avranno di norma le caratteristiche seguenti o altre qualitativamente equivalenti:

		TIPO	0	1525	
Indice di penetrazione	(minimo)	0	+ 1,5	+ 2,5	
Penetrazione a 25° (dmm)	(minimo)	40	35	20	
Punto di rammollimento (°C)	(minimo)	55	65	80	
Punto d'infiammabilità (Cleveland) (°C)	(minimo)	230	230	230	
Solubilità al cloruro di carbonio (%)	(minimo)	99,5	99,5	99,5	
Volatilità a 136°C per 5 ore (%)	(massimo)	0,3	0,3	0,3	
Penetrazione a 25°C del residuo alla prova di volatilità (% di bitume originario)	(minimo)	75	75		75

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con i criteri e le norme UNI 4377-59 e seguenti.

Le membrane, le guaine e in genere i prodotti prefabbricati per impermeabilizzazioni e coperture continue e relativi strati e trattamenti ad esse contigui e funzionali di cui appresso dovranno rispondere alle norme UNI 8202/1-35, ediz.1981-88, UNI 8629/1-6, ediz.1984-89, UNI 8818-86, UNI 8898/1-7, ediz.1987.88, UNI 9168-87, UNI 9307-88 ed UNI 9380-89.

Cartefeltro

Questi materiali avranno di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

TIPO	224	333	450
Peso in m ³ (g)	224±12	333±16	50±24
Contenuto di:			
- lana (%), min°	10	12	15
- cotone, juta e altre fibre tessili naturali, min°		55	55 55
- residuo ceneri (%), max.	10	10	10
- umidità (%), max.	9	9	9
- potere di assorbimento in olio di antracene (%), min°		160	160
160			
carico di rottura a trazione nel senso longitud. delle fibre su striscia di mm 15x180 (kg), min°		2,8	4,0
4,7			

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze accertate in materia da organi competenti ed in particolare dall'UNI.

Cartonfeltro bitumato cilindrato

È costituito di cartafeltro impregnato a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata.

Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

TIPO	224	333	450
Caratteristiche dei componenti:			
- cartefeltro tipo	224	333	450
- contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m ³ (g), min°	233	348	467
- pesi a m ³ del carton feltro (g)	450	670	900

Questi cartonfeltri debbono risultare asciutti, uniformemente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, tagli, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco.

Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia come in particolare l'UNI.

Cartonfeltro bitumato ricoperto

È costituito di cartafeltro impregnata a saturazione di bitume, successivamente ricoperta

su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bituminosi con un velo di materiale minerale finemente granulato, come scagliette di mica, sabbia finissima, talco ecc. Esso avrà di norma le caratteristiche seguenti od altre qualitativamente equivalenti:

TIPO	224	333	450
Caratteristiche dei componenti:			
- cartefeltro tipo	224	333	450
- contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a m ³ (g), min°	660	875	1.200
- pesi a m ³ del carton feltro (g)	1.100	1.420	1.850

La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve avere spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità.

Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia, come in particolare l'UNI.

Membrana bitumata bi-armata

Le membrane per impermeabilizzazione monostrato saranno composte da bitume distillato modificato con polimeri plasto-elastomerici di sintesi ad elevato peso molecolare, a doppia armatura: principale, in nontessuto di poliestere a filo continuo per agugliatura, resistente al punzonamento; e secondaria, in velo di vetro, che conferisce stabilità dimensionale. La superficie superiore sarà protetta con materiale antiaderente costituito da talco se non è prescritta l'esposizione agli agenti atmosferici, oppure da graniglia se è prevista l'esposizione all'esterno. Le principali caratteristiche saranno le seguenti:

- carico di rottura minimo 70 N/5cm;
- allungamento minimo 40%;
- flessibilità a freddo, nessuna lesione a - 20 °C;
- punzonamento statico PS4;
- punzonamento dinamico PD3.

Guaina antiradice

Si prescrive una specifica capacità di resistere all'azione di penetrazione meccanica e disgregatrice delle radici, dei microrganismi e dei batteri viventi nel terreno della vegetazione di qualsiasi specie, conferita da sostanze biostabilizzatrici presenti nella miscela del componente principale della guaina stessa. Per quanto riguarda il componente principale il Direttore dei Lavori potrà prescrivere uno dei seguenti:

- guaina in PVC plastificato in monostrato, armato con velo di vetro e spalmato sulle due facce del velo stesso;
- guaina multistrato di bitume polipropilene su supporto di nontessuto in poliestere a filo continuo.

Inoltre risponderanno alle norme UNI 8202-24, ed. 1988.

Art. 14 Geotessili

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama)
- Nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati fra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco e da filamento continuo.

Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi.

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza $\pm 1\%$;
- spessore $\pm 3\%$.

I valori relativi a:

- resistenza a trazione;
- resistenza a lacerazione;
- resistenza a perforazione con la sfera;
- assorbimento dei liquidi;
- indice di imbibizione;
- variazione dimensionale a caldo;
- permeabilità all'aria;

dovranno essere conformi ai valori prescritti di norma. Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quanto il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità.

Per i metodi di controllo si farà riferimento alle norme UNI 8279 punti 1,3,4,12,13,17; UNI 8986 e CNR B.U. n° 110, 111 in quanto applicabili.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.)

Per i nontessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituite da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

Art. 15 Materiali ceramici in genere

I prodotti ceramici più comunemente impiegati per apparecchi igienico-sanitari, rivestimento di pareti, tubazioni ecc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature o simili difetti.

Gli apparecchi igienico-sanitari in ceramica saranno accettati se conformi alle norme UNI 4543/1e 2-86, mentre se in porcellana dura (vetrochina) risponderanno alle UNI 8949-86, 8950-86, 8951-86.

Le apparecchiature di maggiori dimensioni, come lavandini da cucina ad una o due vasche, piatti doccia, vasche per lavare ecc., saranno accettate in grès porcellanato.

Art. 16 Prodotti per rivestimenti interni ed esterni

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti - facciate) ed orizzontali (controsoffitti) dell'edificio.

I prodotti si distinguono:

- a) a seconda del loro stato fisico:
 - rigidi (rivestimenti in pietra-ceramica-vetro-alluminio-gesso-ecc.);
 - flessibili (carte da parati - tessuti da parati - ecc.);
 - fluidi o pastosi (intonaci-vernicianti-rivestimenti plastici-ecc.);
- b) a seconda della loro collocazione:
 - per esterno;
 - per interno;
- c) a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:
 - di fondo;
 - intermedi;
 - di finitura.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Prodotti rigidi

- per le piastrelle di ceramica vale quanto riportato nell'articolo prodotti per pavimentazione, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete;
- per le lastre di pietra vale quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione del progetto valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'articolo prodotti di pietra integrati

dalle prescrizioni date nell'articolo prodotti per pavimentazioni di pietra (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Sono comunque da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione;

- per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza, all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza valgono quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla Direzione Lavori. Saranno inoltre predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.
- per gli elementi verniciati, smaltati, ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore, ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento. La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio;
- per le lastre di cartongesso si rinvia all'articolo su prodotti per pareti esterne e partizioni interne;
- per le lastre di fibrocemento si rimanda alle prescrizioni date nell'articolo prodotti per coperture discontinue;
- per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo su prodotti di calcestruzzo con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) ed agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria. In via orientativa valgono le prescrizioni della UNI 8981. Per gli elementi piccoli e medi fino a m 1,2, come dimensione massima, si devono provvedere opportuni punti di fissaggio ed aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

Prodotti flessibili

Per le carte da parati devono essere rispettate le tolleranze dimensionali del 1,5 % sulla larghezza e lunghezza; garantire resistenza meccanica ed alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione); avere deformazioni dimensionali ad umido limitate; resistere alle variazioni di calore e quando richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, ecc.; inversione dei singoli teli, ecc.

I tessuti per pareti devono rispettare alle prescrizioni elencate nel comma a) con adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità, ecc. per la posa a tensione.

Per entrambe le categorie (carta e tessuti) la rispondenza alle UNI EN 233, 235 è considerata rispondenza alle prescrizioni del presente articolo.

Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituite da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre colorante, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed equalizzazione delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette, per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti sono realizzati con prodotti applicati allo stato fluido costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da mm 1÷5), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco, quando richiesto;
- avere funzione passivante del ferro, quanto richiesto;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti, ecc.);
- resistenza all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori.

I dati si intendono presentati secondo le UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Art. 17 Tubazioni

Tubi di ghisa

I tubi di ghisa saranno perfetti in ogni loro parte, esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità. Prima della loro messa in opera, a richiesta della Direzione Lavori saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente.

Tubi di acciaio

I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Tubi di grès

I materiali di grès ceramico devono essere a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, lavorati accuratamente e con innesto a manicotto o bicchiere.

I tubi saranno cilindrici e dritti tollerandosi solo eccezionalmente, nel senso della lunghezza, curvature con freccia < ad 1/100 della lunghezza di ciascun elemento.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere conformati in modo da permettere una buona giunzione, e l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellatura.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non apparenti.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, aderire perfettamente alla pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.

La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza moduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabile, in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più del 3,5 per cento in peso; ogni elemento di tubazione, provato

isolatamente, deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere.

Tubi di cemento

I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubi di ardesia artificiale

I tubi di ardesia artificiale (tipo «Eternit» o simili) dovranno possedere una elevata resistenza alla trazione ed alla flessione congiunta ad una sensibile elasticità, inalterabilità al gelo ed alle intemperie, assoluta impermeabilità all'acqua e resistenza al fuoco, scarsa conducibilità del calore. Dovranno inoltre essere ben stagionati mediante immersione in vasche d'acqua per il periodo di almeno una settimana.

Tubi di policloruro di vinile (PVC)

I tubi di PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della Ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circolare Ministero Sanità 18.07.1967, n° 125.

Come previsto dalle norme UNI 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75, i tubi si distinguono in:

- tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;
- tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60 °C;
- tipo 313, per acqua potabile in pressione;
- tipo 301, per acque e ventilazione nei fabbricati, per temperature max. perm. di 50 °C;
- tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70 °C;
- tipo 303, per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40 °C.

Il Direttore dei Lavori potrà prelevare, a suo insindacabile giudizio, dei campioni da sottoporre a prove, a cura e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE)

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2,5 4,6 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme UNI 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme UNI 711, 7612, 7613, 7615.

Tubi drenanti in PVC

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle DIN 16961, DIN 1187, e DIN 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

- a) tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza (d.e. mm da 50 a 200);
- b) tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza, (d.i. mm da 100 a 250);
- c) tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (D.N. mm da 80 a 300);

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alla tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Art. 18 Isolanti termo-acustici

Per quanto riguarda gli isolanti termici si prescrive l'uso dei seguenti materiali, che dovranno rispondere alle norme UNI 7745-77, 7891-78, 8804-87, 9233-88.

Lana di roccia

Sarà fornita in rotoli di vario spessore, con supporto di carta catramata; in pannelli resinati; in materassini trapuntati su rete metallica; in coppelle per isolamento di tubazioni.

Lana di vetro

Sarà fornita in rotoli di vario spessore, con supporto di carta bitumata; in pannelli rigidi legati con resine termoindurenti; in coppelle per l'isolamento di tubazioni degli impianti di riscaldamento.

Polistirolo espanso a vapore

Sarà fornito in forma di lastre di vario spessore, nel tipo sia stampato che estruso; non andrà mai messo in opera a contatto o in prossimità di elementi di impianti produttori calore.

Poliuretano espanso

Sarà fornito in opera mediante iniezione nei cavi delle murature predisposte allo scopo, oppure spruzzato a pistola sulla superficie delle murature.

Polivinile di cloruro espanso

Sarà fornita in lastre di vario spessore e densità: per particolari esigenze il Direttore dei Lavori potrà prescrivere pannelli composti per incollaggio con lamiere metalliche o pannelli in legno.

Argilla espansa

Sarà fornita con quattro differenti granulometrie: mm 0÷3 (peso 550 kg/mc); mm 3÷8 (peso 500); mm 8÷15 (peso 450); mm 15÷20 (peso 400).

Per isolamento termico andrà usato il tipo monogranulare in miscela con 200 kg/m³ di cemento tipo 325, senza aggiunta di sabbia, per ottenere un peso inferiore a 700 kg/m³.

Vermiculite espansa

Sarà utilizzata per calcestruzzo leggero, del peso asciugato di kg/m³ 300, ed isolante, con la seguente dosatura: vermiculite da calcestruzzo, m³ 1,00; cemento tipo 325, kg 200; additivo liquido aerante, litri 0,8; acqua di impasto, litri 350.

I materiali di cui sopra con funzione di isolamento termico dovranno avere o le caratteristiche di cui alla tabella seguente.

Materiale:	coeff. λ di		Peso specif.Temp.
max	cond. termica	kg/mc	di impiego a 30°C (kcal/m h°C)
Lana di roccia	0.032	30-120	700
Lana di vetro	0.026	10-110	500
Polistirolo espanso a vap.	0.027	28- 35	75
Poliuretano espanso	0.019	25-100	100
PVC espanso	0.030	25- 40	55
Argilla espansa	0.112	550-700	1.000
Vermiculite espansa	0.090	250-500	1.000

I materiali di cui sopra potranno essere impiegati anche con funzione di isolanti acustici, purché la messa in opera sia particolarmente curata nelle giunzioni e nelle fasce di prossimità agli elementi strutturali e alle murature.

Con funzione specifica di isolante acustico i materiali risponderanno alle norme UNI 8199-81, 8270/1-9, ed. 1982-88, e dovranno avere un elevato fattore di assorbimento acustico, ed essere idonei, per qualità e per accorgimenti nella messa in opera, al tipo di frequenza che dovrà assorbire.

Art. 19 Prodotti per l'assorbimento acustico

Si definiscono materiali fonoassorbenti quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà è valutata con il coefficiente di assorbimento acustico α , definito dall'espressione:

$$\alpha = W_a/W_i$$

dove:

W_i = l'energia sonora incidente

W_a = l'energia sonora assorbita

Classificazione degli assorbenti acustici

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare) la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore. I materiali fonoassorbenti si classificano secondo lo schema di seguito riportato.

a) Materiali fibrosi:

- minerali (fibra di amianto, vetro, fibra di roccia);
- vegetali (fibra di legno o cellulosa, trucioli).

b) Materiali cellulari:

- minerali:
 - calcestruzzi leggeri, a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa;
 - laterizi alveolari;
 - prodotti a base di tufo;
- sintetici:
 - poliuretano a celle aperte, elastico o rigido;
 - polipropilene a celle aperte-

Materiali fonoassorbenti in forma di lastre e blocchi

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza e larghezza;
- spessore;
- massa areica;
- coefficiente di assorbimento acustico, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla UNI ISO 354.

Per l'accettazione dei materiali valgono le tolleranze ed i limiti (per la massa areica) stabiliti nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali, in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione Lavori.

Il valore del coefficiente acustico deve corrispondere a quanto prescritto nel progetto od in assenza a quanto dichiarato dal produttore ed accettato dalla Direzione Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria, misurate secondo ISO DIS 9053;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La Direzione Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova della caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le caratteristiche di cui sopra riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del

prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Idoneità

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad uno o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della seguente tabella, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc.).

TABELLA		Destinazione d'uso			
Caratteristica	Unità di misura	A	B	C	D
<u>Comportamento all'acqua</u>		Valori richiesti			
- assorbimento d'acqua per capillarità	%	.....	.....	.....	.....
- assorbimento d'acqua per immersione	%	.....	.....	.....	.....
- resistenza al gelo e disgelo	cicli	.....	.....	.....	.....
- permeabilità al vapore d'acqua	μ	.....	.....	.....	.....
<u>Caratteristiche meccaniche</u>					
- resistenza a compressione (carichi di lunga durata)		N	.....	.....	.....
- resistenza a taglio parallelo alle facce	N	.....	.....	.....	.....
- resistenza a flessione	N	.....	.....	.....	.....
- resistenza al punzonamento	N	.....	.....	.....	.....
- resistenza al costipamento	%	.....	.....	.....	.....
<u>Caratteristiche di stabilità</u>					
- stabilità dimensionale	%	.....	.....	.....	.....
- coefficiente di dilatazione lineare	mm/m	.....	.....	.....	.....
- temperatura limite di esercizio	°C	.....	.....	.....	.....

A =
B =
C =
D =

Se non vengono prescritti i valori valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla Direzione Lavori. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

Art. 20 Prodotti per l'isolamento acustico

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa.

Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante R definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i/W_t$$

dove:

W_i = energia sonora incidente

W_t = energia sonora trasmessa

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica.

Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza di intercapedini d'aria.

Materiali fonoisolanti in forma di lastre e blocchi

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza e larghezza;

- spessore;
- massa areica;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla UNI 8270/3.

Per l'accettazione dei materiali valgono le tolleranze ed i limiti (per la massa aerea) stabiliti nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali, in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione Lavori.

Il potere fonoisolante deve corrispondere a quanto prescritto nel progetto od in assenza a quanto dichiarato dal produttore ed accettato dalla Direzione Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione Lavori ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le caratteristiche di cui sopra riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La Direzione Lavori deve inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Idoneità

Entrambe le categorie di materiali fonoisolanti devono rispondere ad uno o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, tra quelle della tabella precedentemente riportata, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, controsoffittature, pavimenti, ecc.).

Materiali fonoisolanti particolari: pannelli in trucioli di gomma

Quando ne sia prescritta l'applicazione al di sotto delle murature di tramezzo e dei massetti di pavimentazione, per attenuare la trasmissione dei rumori da calpestio, saranno posti in opera negli spessori di mm 6, 8, 10.

Saranno costituiti da sfilacciatore e granuli di gomma di pneumatici automobilistici, accoppiati mediante speciali collanti ad un supporto di cartone bitumato.

Dovranno essere di peso moderato, elastici e inalterabili nel tempo.

Art. 21 Materiali per opere di sistemazione vegetazionale

Terra

Per il rivestimento di scarpate e banchine laterali delle strade e delle aiuole si impiegherà solamente terra vegetale, proveniente da aree a destinazione agraria, da prelevare fino alla profondità di cm 80. Dovrà avere reazione neutra, con abbondante sostanza organica e di elementi nutritivi e di medio impasto, priva di ciottoli, detriti, radici e quanto altro potrebbe nuocere alla crescita vegetativa.

Concimi

Dovranno essere di nota fabbrica, conservati negli involucri originali, con titolo dichiarato.

Materiale per piantumazioni

L'Impresa potrà approvvigionare le piante e le talee da qualsiasi vivaio immune da

malattie parassitarie, purché la provenienza venga preventivamente dichiarata dall'Appaltatore, e accettata dalla Direzione Lavori.

Semenze

L'Impresa potrà approvvigionare le sementi dalle ditte di sua fiducia, dichiarando il titolo. Qualora il valore del seme fosse inferiore, per non oltre il 20% rispetto al valore della colonna «buona semente» delle tavole Marchettano, si dovrà provvedere ad aumentare proporzionalmente le quantità per unità di superficie.

Zolle

Dovranno provenire da prato polifita stabile e asciutto, con esclusione del prato irriguo e paludoso. Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare forniture provenienti da località non gradite. Saranno escluse zolle con presenza di specie infestanti tra cui: Rumex sp. pl., Artemisia sp. pl., Catex sp. pl., e tutte le Umbrellifere. Il manto vegetativo dovrà essere continuo, e la zolla sarà di spessore tale da raccogliere per la maggior parte l'intreccio delle radici delle specie presenti, e comunque non inferiore a cm 8, con esclusione di zolle provenienti da terra sabbiosa, o argillosa.

Paletti

I paletti per viminate, staccionate e simili saranno in castagno, carpino oppure orniello, del diametro minimo di punta di cm 6, diritti, senza nodi e difetti da gelo.

Art. 22 Materiali per applicazioni geologiche e pedologiche

Nontessuti

Il telo sarà in fibre di polipropilene o poliestere a filo continuo, ottenuto per agugliatura ad alta temperatura e senza collanti, e avrà le seguenti caratteristiche: coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale compreso tra 10÷10 cm/sec.; resistenza a trazione di una striscia di cm 5 di lato maggiore di kg 30 se per impieghi drenanti, mentre per impieghi portanti di pavimentazioni o rilevati tale valore potrà essere richiesto dalla non minore di kg 50÷75. Per determinare peso e spessore si seguiranno le norme di cui al B.U. del CNR 23.12.1985, n° 110, e del 24.11.1985, n° 111, e le norme UNI 4818, 5114, 511, 5121, 5419, UNI 8279/1-16, ed. 1981-87, UNI 8639-84, 8727-85, 8986-87.

Geogriglie

La griglia a rete di tipo laminare e monorientata sarà ottenuta per estrusione e stiratura, con polimeri HDPE, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi antiraggi ultravioletti. Resistenza alla trazione longitudinale minima di 35 kN/m se per impieghi portanti in sottofondi o rilevati stradali; allungamento alla massima trazione longitudinale non superiore al 15%; interasse delle maglie max cm 15 longitudinale e cm 2 trasversale. Si seguiranno le norme ASTM D-792, ASTM C-293-79.

Geotessili

La rete in juta sarà costituita da fibre biodegradabili naturali (circa 85% cellulosa e 15% lignina) ottenute per macerazione, cardatura, filatura e tessitura, con diametro dei fili mm 4; maglia mm 20 x 15; peso 500

gr/mq; resistenza a trazione 8-15 kN/m; resistenza al calore per il tipo trattato con 0,3÷0,6% di oli minerali circa 190 °C.

Art. 23 Materiali additivi per calcestruzzi e malte

L'impiego degli additivi negli impasti dovrà essere sempre autorizzato dal Direttore dei Lavori, in conseguenza delle effettive necessità, relativamente alle esigenze della messa in opera, o della stagionatura, o della durabilità.

Dovranno essere conformi alle norme UNI 7101-72 e successive, e si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo; superfluidificanti.

Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in

ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dal Direttore dei Lavori l'impiego di additivi reoplastici.

Per conferire idrorepellenza alle superfici dei calcestruzzi o delle malte già messi in opera si potranno impiegare appositi prodotti.

Art. 24 Infissi

Si intendono per infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono a loro volta in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Luci fisse

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti in particolare trattamenti protettivi di legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.

Di tali prove potrà essere chiesta la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, porta finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto.

In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire per la parte di loro spettanza al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.;

Dovrà essere garantito il mantenimento delle prestazioni predette nel tempo.

Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua,

all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate.

Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione Lavori

a) Finestre:

- isolamento acustico (secondo UNI 8204);
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo UNI EN 86,42 e 77);
- resistenza meccanica (secondo UNI 9158);

b) Porte interne:

- tolleranze dimensionali; spessore; (misurate secondo UNI EN 25);
- planarità; (misurata secondo UNI EN 24);
- resistenza all'urto corpo molle; (misurata secondo UNI 8200);
- corpo d'urto in kg; altezza di caduta in cm;
- resistenza al fuoco; (misurata secondo UNI pr U39.00.057.6);
- resistenza al calore per irraggiamento, (misurata secondo UNI 8328);

c) porte esterne:

- tolleranze dimensionali; spessore; (misurate secondo UNI EN 25);
- planarità; (misurata secondo UNI EN 24);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento; (misurata secondo UNI EN 86, 42 e 71);
- resistenza all'intrusione, (secondo UNI 9569);

In mancanza di specifica indicazione in merito alle tolleranze e/o classi richieste si farà riferimento alle norme UNI citate ed alla UNI 7979 per la tenuta all'acqua, aria e vento.

La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Schermi: tapparelle, persiane e antoni

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbalzi, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il Direttore dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampada solare; camere climatiche, ecc.).

La attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

Maniglioni antipanico

I Maniglioni antipanico dovranno essere a barra orizzontale basculante in acciaio con doppia scatola di comando, serratura di sicurezza e accessori, con le parti in acciaio verniciate a forno, con maniglia azionabile dall'esterno con chiave con cilindro tipo Yale. Si dovrà produrre a fine lavori sia la certificazione del prodotto che la certificazione di corretta posa in opera.

Art. 25 Pareti esterne e partizioni interne

Si definiscono prodotti per pareti esterne e partizioni interne quelli utilizzati per realizzare i principali strati funzionali di questi parti di edificio.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI ed in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

Prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale, ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed a loro completamento alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio, forati e non, prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale od alleggerito devono rispondere alla UNI 8942 parte seconda;
- gli elementi di calcestruzzo dovranno rispettare le stesse caratteristiche indicate nella UNI 8942 (ad esclusione delle caratteristiche di inclusione calcarea). I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed approvate dalla Direzione Lavori
- gli elementi di calcio silicato, pietra ricostruita, pietra naturale, saranno accettate in base alle loro caratteristiche dimensionali e relative tolleranze; caratteristiche di forma e massa volumica (foratura, smussi, ecc.); caratteristiche meccaniche a compressione, taglio a flessione; caratteristiche di comportamento all'acqua ed al gelo (imbibizione, assorbimento d'acqua, ecc.).

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto ed in loro mancanza saranno quelli dichiarati dal fornitore ed approvati dalla Direzione Lavori.

Prodotti e componenti per facciate continue

I prodotti ed i componenti per facciate continue dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in loro mancanza alle prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono avere caratteristiche meccaniche coerenti con quelle del progetto in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni ed azioni chimiche dell'ambiente esterno ed interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere compatibili chimicamente e fisicamente con l'ossatura; resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, ecc.); resistere alle sollecitazioni termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili ed i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte;
- i rivestimenti superficiali (trattamenti dei metalli, pitturazioni, fogli decorativi, ecc.) devono essere coerenti con le prescrizioni sopra indicate;
- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare ed integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

La rispondenza alle norme UNI per gli elementi metallici e loro trattamenti superficiali, per i vetri, i pannelli di legno, di metallo o di plastica e per gli altri componenti, viene considerato automaticamente soddisfacimento delle prescrizioni sopradette.

Prodotti e componenti per partizioni interne prefabbricate

I prodotti ed i componenti per partizioni interne prefabbricate che vengono assemblate in opera (con piccoli lavori di adattamento o meno) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza alle prescrizioni indicate al punto precedente.

Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza alle prescrizioni seguenti:

- spessore conforme a quanto dichiarato, con tolleranza di $\pm 0,5$ mm;
- lunghezza e larghezza conformi a quanto dichiarato, con tolleranza di ± 2 mm;
- resistenza all'impronta, all'urto ed alle sollecitazioni localizzate nei punti di fissaggio;

- basso assorbimento d'acqua e/o bassa permeabilità al vapore;
- resistenza all'incendio;
- isolamento acustico.

Inoltre dovranno essere adeguati all'impiego ed alla destinazione d'uso in funzione della quale potranno essere richiesti prodotti con barriera al vapore.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

Capo II IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE REFLUE

Art. 26 Generalità

Si intende per impianto di scarico delle acque reflue (usate) l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. che trasferiscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica.

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica o al limite delle proprietà.

Il sistema di scarico dovrà essere suddiviso, conformemente a quanto richiesto dalle vigenti disposizioni normative, in più impianti convoglianti separatamente acque fecali, acque saponose, acque grasse. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

L'impianto si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;
- trattamento delle acque.

Art. 27 Tubazioni e componenti

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali.

A completamento ed integrazione dovranno essere rispettate le prescrizioni seguenti e, per quanto applicabili, le UNI 9183.

Tubazioni

I tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:

- tubi di acciaio zincato UNI 6363 e UNI 8863 FA 199 (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato, in tal caso deve essere eliminato il tubo;
- tubi di ghisa devono rispondere alle UNI 7385 e UNI ISO 6494, essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
- tubi di piombo devono rispondere alla UNI 7527/1. Devono essere lavorati in modo da ottenere sezione e spessore costanti in ogni punto del percorso. Essi devono essere protetti con catrame e verniciati con vernici bituminose per proteggerli dall'azione aggressiva del cemento;
- tubi di grès, devono rispondere alla UNI 9180/2;
- tubi di fibrocemento, devono rispondere alla UNI 5341 (e suo FA 86);
- tubi di calcestruzzo non armato, devono rispondere alla UNI 9534, i tubi armati devono rispondere alle prescrizioni di buona tecnica (fino alla disponibilità di norma UNI);
- tubi di materiale plastico devono rispondere alle seguenti norme:
- tubi di PVC per condotte all'interno dei fabbricati UNI 7443 FA 178

- tubi di PVC per condotte interrate UNI 7447;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate UNI 7613;
- tubi di polipropilene (PP) UNI 8319;
- tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati UNI 8451.

Componenti in genere

I componenti degli impianti di smaltimento delle acque reflue devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
- resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
- resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
- opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
- resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
- resistenza agli urti accidentali;
- conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalla acque;
- stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;

Inoltre:

- gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari devono rispondere a quanto previsto per i componenti dell'impianto di adduzione acqua;
- gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori dall'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo e della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
- le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.

Capo III IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Art. 28 Generalità

Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto. Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente di raccolta e smaltimento delle acque usate ed industriali.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni di cui alla vigente normativa in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.

L'impianto si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Art. 29 Tubazioni e componenti

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali.

A completamento ed integrazione dovranno essere rispettate le prescrizioni seguenti:

- in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al punto precedente. La rispondenza delle gronde di plastica alla UNI 9031 soddisfa quanto detto sopra.
- i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere a seconda del materiale a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle UNI 6901 e UNI 8317.
- per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la UNI EN 124.

Titolo II

ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI E METODOLOGIE D'ESECUZIONE

Capo IV LAVORI A MISURA

Art. 30 Disposizioni generali

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva, in ogni modo, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione di opere e dalla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Capo V SCAVI E RILEVATI

Art. 31 Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro a mano o con mezzi meccanici dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni

Art. 32 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati.

Art. 33 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

Quali che siano la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione tenendo nel debito conto il D.M. 11.03.1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione e la relativa Circolare Ministero LL.PP. 24.09.1988, n° 30483.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate dovranno, a richiesta della Direzione Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più all'ingiro della medesima dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi quanto delle murature. L'Appaltatore, responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami, però, che a giudizio della Direzione Lavori non potessero esser tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Art. 34 Scavi subacquei e prosciugamenti

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui all'art.16, l'Appaltatore, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione Lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità > di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fagatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di cm 20 dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo.

Quando la Direzione Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Art. 35 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori. Per i rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno essere depositate in vicinanza dell'opera per essere riprese poi e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 36 Paratie o casseri

La paratia od il diaframma costituiscono una struttura di fondazione infissa o costruita in opera a partire dalla superficie del terreno con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua ed anche a sostegno degli scavi.

Le paratie ed i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato.

Ai fini della progettazione esecutiva le caratteristiche degli strati di terreno interessati dalla paratia o dal diaframma verranno dedotte dalla campagna di indagini geotecniche appositamente commissionate.

Dovranno essere precisate le modalità di esecuzione con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

Paratie a palancole metalliche infisse

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti

requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione della palancola sarà effettuato con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola.

A tale scopo gli incastri prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della Direzione Lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa e sostituita, se danneggiata.

Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'alto forno.

Potrà essere richiesta, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati

Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

Diaframmi in calcestruzzo armato

In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2.50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti.

I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8 e 16 kg. di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della Direzione Lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della Direzione Lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenza nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

Prove e verifiche sul diaframma. Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme, la Direzione Lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

Le paratie o casseri in legname

Le paratie o casseri in legname occorrenti per la realizzazione delle fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni prescritte. I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'Appaltatore, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile.

Le teste dei pali e dei tavoloni, previamente spianate, devono essere a cura e spese dell'Appaltatore munite di adatte cerchiature in ferro, per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio.

Quando poi la Direzione Lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti.

Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art. 37 Palificazioni

I pali di legno per fondazioni

Saranno esclusivamente di legno di prima qualità (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), diritti, sani, scorticati e debolmente conguagliati alla superficie.

Detti pali devono essere battuti fino a rifiuto con maglio di peso adeguato, secondo le indicazioni della Direzione Lavori

Il rifiuto s'intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata), caduti successivamente dalla stessa altezza, non supera il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire, calcolato con la formula del Brix tenuto conto di un adeguato coefficiente di sicurezza da stabilire dalla Direzione Lavori.

Le ultime volate debbono essere sempre effettuate in presenza di un incaricato della Direzione né l'Appaltatore può in alcun caso recidere un palo senza che ne abbia ottenuto autorizzazione dall'agente dell'Amministrazione preposto alla sorveglianza dell'opera.

Dal detto agente è tenuto uno speciale registro da firmarsi giornalmente da un incaricato dell'Appaltatore, nel quale registro è notata la profondità raggiunta da ogni singolo palo, giusta le constatazioni che devono essere fatte in contraddittorio, ed il rifiuto presentato dal palo stesso.

I pali devono essere debitamente foggiate a punta ad un capo e, se sarà ordinato, muniti di cuspidi di ferro con o senza punta di acciaio, di quel peso e quella forma che saranno stabiliti; all'altro capo sottoposto ai colpi del maglio saranno opportunamente accomodati e muniti di un robusto anello in ferro che ne impedisca ogni spezzatura o guasto

durante la battitura. Ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione dovrà essere, secondo la richiesta della Direzione, divelto o tagliato ed in ogni caso surrogato da un altro a spese dell'Appaltatore.

Quando lo spazio lo permetta, la Direzione potrà ordinare all'Appaltatore di mettere in opera contemporaneamente due o più battipali, quanti appunto ne permetta lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere la buona e sollecita esecuzione dei lavori.

Pali di cemento armato formati fuori opera

Per detti pali si procederà allo stesso modo di quelli in legno, usando le maggiori cautele ed i materiali necessari fra palo e maglio per non provocare la spezzatura delle teste. Il peso del maglio non dovrà mai essere minore del peso del palo. In questo la puntazza di ferro con punta di acciaio dovrà essere robustamente ancorata al calcestruzzo di cemento.

Pali trivellati

Eseguite le trivellazioni del terreno alla profondità necessaria, con l'ausilio di un tubo-forma del diametro corrispondente a quello del palo che vuol costruirsi, mediante opportuni accorgimenti verrà esaurita, od eiettata, l'acqua o la melma esistente nel tubo stesso.

Messa in opera la gabbia metallica, ove questa sia prevista per l'intera lunghezza o parte del palo, si procederà all'immissione nel tubo-forma del conglomerato cementizio (composto di mc 0,700 di ghiaia, mc 0,500 di sabbia e ql. 3,5 di cemento), mediante apposita benna, chiusa all'estremità inferiore da valvola automatica, per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno.

Dopo il getto di ciascuno dei detti tratti, il tubo-forma verrà rialzato, in modo però che nel tubo rimanga sempre un'altezza di conglomerato di almeno cm 50 e si procederà quindi al costipamento del calcestruzzo con uno dei sistemi in uso o brevettato riconosciuto idoneo allo scopo dalla Direzione Lavori in relazione alla lunghezza del palo.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella estrazione del tubo-forma, onde evitare il trascinarsi del conglomerato.

Pali battuti formati in opera

I pali battuti formati in opera, del tipo Simplex e derivati, Franki ecc., saranno eseguiti conficcando nel terreno, con uno dei sistemi in uso, o speciali brevettati, un tubo-forma, del diametro corrispondente al palo che si vuol costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che dovrà sostenere il palo, quale risulta dai calcoli.

Raggiunta la profondità necessaria, il tubo-forma verrà riempito con calcestruzzo cementizio (composto di m 0,800 di ghiaia, m 0,400 di sabbia e q 3,5 di cemento), battuto e compresso secondo uno dei sistemi in uso, o brevettati, riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori.

A richiesta della Direzione Lavori, detti pali potranno essere armati per l'intera lunghezza o parte di essa, mediante opportuna ingabbatura metallica da collocarsi nel tubo-forma prima del getto del calcestruzzo.

Tanto per i pali trivellati che per quelli formati in opera, la battitura del conglomerato dovrà essere sorvegliata da agenti dell'Amministrazione, i quali dovranno segnare in apposito registro, in contraddittorio, le massime profondità raggiunte, il quantitativo di conglomerato posto in opera ecc.

L'Appaltatore non potrà porre in opera le armature di ferro, né effettuare il versamento del conglomerato, senza aver fatto preventivamente constatare le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati.

In difetto di ciò saranno a suo carico tutti gli oneri e le spese occorrenti per i controlli e gli accertamenti che la Direzione Lavori riterrà insindacabilmente necessari.

Per il confezionamento e getto del conglomerato cementizio, varranno le norme stabilite all'art. 120, Capo V del presente Capitolato.

Art. 38 Fondazioni speciali

Diaframmi continui

Sono realizzati con pannelli in calcestruzzo semplice o armato gettati in opera, collegati ad incastro, per pareti di sostegno di scarpate o fondazioni di opere varie, per difese e traverse fluviali, o a funzione portante. Lo scavo sarà eseguito da appositi macchinari con le cautele per evitare lo smottamento dello scavo, come ad esempio l'impiego di fanghi bentonitici o i cassoni metallici. Il getto sarà eseguito per singoli pannelli mediante attrezzature atte ad evitare la caduta libera del calcestruzzo. Eventuali manchevolezze che venissero a scoprirsi per l'apertura degli scavi dovranno essere eliminate a cura e spese dell'Appaltatore con i provvedimenti che riterrà opportuno il Direttore dei Lavori.

Tiranti di ancoraggio

Sono costituiti da tiranti orizzontali o inclinati, che collegano strutture in calcestruzzo con il terreno resistente a monte, con lo scopo di assorbire le spinte del terreno incoerente interposto.

Per i tiranti si impiegherà acciaio in fili, trecce, trefoli ecc., inseriti in fori del diametro di 100-135 mm, di lunghezza di circa 25 metri, eseguiti da sonde a rotazione, con eventuale rivestimento, e ancorati a speciali piastre di ripartizione sul calcestruzzo e ad un bulbo di 6-8 metri di sviluppo, e posti in tensione dopo maturazione di almeno 28 giorni del bulbo stesso. In caso di cedimento al momento della tesatura, l'Appaltatore dovrà ripetere l'esecuzione di un altro bulbo, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Verifiche geognostiche, prove di carico e controlli vari

Nell'eseguire lo scavo per i pali, il Direttore di lavori stabilirà quelli da sottoporre a prelievo delle formazioni geologiche in esso riscontrabili, che dovranno essere opportunamente conservate e inviate agli appositi laboratori per il riscontro dei valori caratteristici con quelli presi a base del progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Gli oneri sono a carico dell'Appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla escavazione dei pali stessi. Le prove di carico saranno effettuate nel numero che la Direzione Lavori riterrà opportuno, nel rispetto delle indicazioni di cui al punto C.5.5. del D.M. 11.03.1988. Verranno effettuate prove su un palo ogni 50, e comunque due prove per ogni singolo manufatto, intendendo che i piani dei giunti di dilatazione, sismici, e per qualsiasi altro motivo eseguiti, costituiscono termine per un manufatto e inizio per altro manufatto. Ulteriori prove, se eseguite per l'inaffidabilità dei risultati da esse fornite a causa di errori dell'Appaltatore nell'eseguirle, non verranno compensate in aggiunta a quelle minime di cui sopra.

L'Appaltatore è tenuto ad effettuare carotaggi verticali nel fusto dei pali in proporzione di 2 ogni 50, con minimo di 2 per ogni manufatto, su indicazione del Direttore dei Lavori, per verificarne la continuità strutturale. Saranno ammessi diversi metodi di accertamento anche non distruttivi, purché concordati con il Direttore dei Lavori.

Pali di sabbia

I pali di sabbia saranno eseguiti nei terreni argillosi saturi per il consolidamento del piano di posa dei rilevati, mediante un foro fino alla formazione basale, successivamente riempito di sabbia prevalentemente monogranulare.

Fondazioni a pozzo

La forma dei pozzi sarà generalmente circolare, ma potranno essere richieste forme ellittiche o poligonali. I pozzi saranno eseguiti per sottomurazione a cielo aperto e a tratti di profondità variabile da 50 a 200 cm. Eseguito lo scavo si procederà a regolarizzare le pareti, quindi si eseguirà il getto del calcestruzzo ad anello, appoggiandolo al piano orizzontale dello scavo. Si proseguirà lo scavo al di sotto dell'anello precedentemente gettato, per la profondità di cui sopra, ripetendo l'operazione del getto, fino ad una quota di circa 100-200 cm al di sopra del piano di posa della fondazione. In tale spazio si eseguirà uno scavo scampanato per allargare il piano di posa della fondazione, senza eseguire l'anello, il cui getto farà parte della fondazione stessa e con essa pagato.

Capo VI DRENAGGI

Art. 39 Drenaggi in nontessuto e pietrame

Nei terreni particolarmente ricchi di materiale fino, i drenaggi saranno realizzati con filtro in nontessuto e pietrame, che, nei sormonti dei teli, andrà cucito con spago imputrescibile, oppure con sovrapposizione di almeno 50 cm.

Nella parte inferiore a contatto con il terreno e per un'altezza di cm 20 per ogni lato, il geotessuto andrà impregnato con bitume a caldo per almeno 2 kg/mq, o a freddo ma reso fluido con solventi che non abbiano effetti sul nontessuto stesso. Il telo andrà provvisoriamente chiodato al terreno ai lati dello scavo, quindi riempito con materiale lapideo trattenuto al crivello di mm 10 UNI e con pezzature massime di mm 70. Ultimato il riempimento, il risvolto dei teli sarà sovrapposto da ambo i lati al materiale lapideo appena immesso nel cavo, e quindi il cavo verrà riempito con terra pressata per un'altezza variabile a giudizio della Direzione Lavori.

Capo VII DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Art. 40 Demolizioni e rimozioni in genere

Le demolizioni di murature, calcestruzzi ecc., sia in rottura che parziali o complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni o rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in pristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 40 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Appaltatore fuori del cantiere, nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Capo VIII MURATURE, OPERE IN CEMENTO ARMATO, STRUTTURE IN ACCIAIO E SOLAI

Art. 41 Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

a) Malta comune

Calce spenta in pasta

mc 0,25÷0,40

	Sabbia	mc 0,85÷ 1,00
b)	Malta comune per intonaco rustico (rinzafo)	
	Calce spenta in pasta	mc 0,20÷ 0,40
	Sabbia	mc 0,90÷ 1,00
c)	Malta comune per intonaco civile (stabilitura)	
	Calce spenta in pasta	mc 0,35÷ 0,45
	Sabbia vagliata	mc 0,800
d)	Malta grossa di pozzolana	
	Calce spenta in pasta	mc 0,22
	Pozzolana grezza	mc 1,10
e)	Malta mezzana di pozzolana	
	Calce spenta in pasta	mc 0,25
	Pozzolana vagliata	mc 1,10
f)	Malta fina di pozzolana	
	Calce spenta in pasta	mc 0,28
	Pozzolana vagliata	mc 1,05
g)	Malta idraulica	
	Calce idraulica	q (da 3 a 5)
	Sabbia	mc 0,90
h)	Malta bastarda	
	Malta di cui alle lettere a), e), g)	mc 1,00
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q 1,50
i)	Malta cementizia forte	
	Cemento idraulico normale	q (da 3 a 6)
	Sabbia	mc 1,00
l)	Malta cementizia debole	
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q (da 2,5 a 4)
	Sabbia	mc 1,00
m)	Malta cementizia per intonaci	
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q 6,00
	Sabbia	mc 1,00
n)	Malta fina per intonaci	
	Malta di cui alle lettere c),f),g) vagliata allo staccio fino.	
o)	Malta per stucchi	
	Calce spenta in pasta	mc 0,45
	Polvere di marmo	mc 0,90
p)	Calcestruzzo idraulico di pozzolana	
	Calce comune	mc 0,15
	Pozzolana	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80
q)	Calcestruzzo in malta idraulica	
	Calce idraulica	q (da 1,5 a 3)
	Sabbia	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80
r)	Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi ecc.	
	Cemento	q (da 1,5 a 2,5)
	Sabbia	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80
s)	Conglomerato cementizio per strutture sottili	
	Cemento	q (da 3 a 3,5)
	Sabbia	mc 0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc 0,80

Quando la Direzione Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad

ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avvolto di malta per tutta la superficie. Per i conglomerati cementizi semplici ad armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel R.D. 16.11.1939, n° 2229, nonché nel D.M. 27.07.1985, punto 2.1 e Allegati 1 e 2.

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Art. 42 Murature in genere

Le murature con funzione strutturale portante saranno eseguite secondo le prescrizioni di cui alla Legge 02.02.1974, n° 64, al D.M. 24.01.1986 e alla relativa Circolare Ministero LL.PP. 19.07.1986, n° 27690, per quanto riguarda le costruzioni sismiche, e al D.M. 20.11.1987, per gli edifici in muratura e il loro consolidamento.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le piastre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per le condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, inferriate, ringhiere, davanzali ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

Dovrà essere evitato l'inserimento di condotti e canne per camini, tubi di scarichi vari, pluviali ecc., prevedendo il loro inserimento all'esterno della muratura portante, eventualmente rivestendoli con forati o tavelle.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili saranno intonacate a grana fina; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio.

Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole ecc., nello spessore dei muri, siano lasciate aperte sopra una faccia, temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il

tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi ecc., devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato di asfalto formato come quello per pavimenti, esclusa la ghiaietta, dell'altezza in ogni punto di almeno cm 2. La muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo consolidamento.

In tutti i fabbricati a più piani dovranno eseguirsi ad ogni piano e su tutti i muri portanti cordoli di conglomerato cementizio per assicurare un perfetto collegamento e l'uniforme distribuzione dei carichi. Tale cordolo in corrispondenza delle aperture sarà opportunamente rinforzato con armature di ferro supplementari in modo da formare architravi portanti, ed in corrispondenza delle canne, fori ecc. sarà pure opportunamente rinforzato perché presenti la stessa resistenza che nelle altre parti.

In corrispondenza dei solai con putrelle, queste, con opportuni accorgimenti, saranno collegate al cordolo.

Art. 43 Murature e riempimenti in pietrame a secco – Vespai

Murature in pietrame a secco

Dovranno essere eseguite con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro; scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così con l'accuratezza della costruzione alla mancanza di malta.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controripa o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di cm 30; a richiesta della Direzione Lavori vi si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche a più ordini, per lo scolo delle acque.

Riempimenti in pietrame a secco (drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)

Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre.

Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

Vespai e intercapedini

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio.

In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto con la mazzaranga per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di m 1,50; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti fra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di cm 15÷20 di altezza ed un sufficiente sbocco

all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto. Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da volture di mattoni ecc.

Art. 44 Murature di pietrame con malta

La muratura a getto («a sacco») per fondazioni risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grassa, quest'ultima in proporzione non minore di m 0,45 per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternate entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura, in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi.

Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione si incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legname in guisa da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura di adottare tutti i mezzi necessari perché le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta.

La muratura in pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scampoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa ed allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito eseguire la bagnatura dopo averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza.

Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessioni fra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per l'irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costituire un paramento rustico a faccia vista, e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati.

Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno, il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità di materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro.

Le facce viste delle murature in pietrame, che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica

mezzana.

Art. 45 Paramenti per le murature di pietrame

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra inquadrata a corsi pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di mm 25.

Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 8.

Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare.

Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di cm 5. La Direzione Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 10 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 25; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e

senza sbavature.

Art. 46 Murature di mattoni

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 né minore di mm 5.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsare con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 millimetri e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruiti in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

Art. 47 Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.

Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

Nelle pareti in foglio, quando la Direzione Lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento.

Art. 48 Murature miste

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando filari di mattoni e filari di muratura di pietrame, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli e spigoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, e le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, di latrine, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro all'esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità delle prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel migliore modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

Art. 49 Murature di getto o calcestruzzi

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali, di altezza da cm 20 a 30, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo nel caso di scavi molto larghi, la Direzione Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di cm 30 d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che la Direzione Lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione Lavori stimerà necessario.

La Direzione Lavori potrà ordinare che per determinate opere sia utilizzato pietrame di grossa pezzatura annegato nel calcestruzzo (detto calcestruzzo ciclopico), con i singoli conci di diametro mai superiore ad un terzo dello spessore dei getti, ed in proporzione non superiore al 40 per cento del volume messo in opera.

Art. 50 Opere in cemento armato normale e precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nella Legge 05.11.1971, n° 1086, ed alle norme tecniche vigenti.

Per le opere in zona sismica l'Appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni di cui alla Legge 02.02.1974, n° 64, ed alle norme tecniche vigenti.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità, accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un Ingegnere specialista, e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.

Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia e precedente. L'applicazione si farà previa pulitura e lavatura della superficie delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e frattazzo, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro.

Qualora la resistenza caratteristica dei provini assoggettati a prove nei laboratori fosse inferiore al valore di progetto, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata e procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, o con prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi di gradimento della Direzione Lavori. Tali controlli formeranno oggetto di apposita relazione nella quale sia dimostrato che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza

caratteristica é ancora compatibile con le sollecitazioni di progetto, secondo la destinazione d'uso dell'opera e in conformità delle leggi in vigore.

Se tale relazione sarà approvata dal Direttore dei Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica risultante.

Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto, a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione Lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio e a complete spese dell'Appaltatore, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- a) prova del cono di cui all'App. E della UNI 7163-79;
- b) prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393-72 e alla UNI 6394-69;
- c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI 6395-72;
- d) prova del contenuto di acqua;
- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
- f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
- g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

Art. 51 Strutture in acciaio

Le strutture di acciaio dovranno rispondere alle norme tecniche vigenti.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista e la propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del Direttore dei Lavori il progetto costruttivo di dettaglio e la relazione tecnica completa dei calcoli di stabilità (con le verifiche anche per la fase di trasporto e messa in opera); il progetto costruttivo e di dettaglio delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura; il progetto delle saldature, per il quale é fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S), oppure del Registro Italiano Navale (R.I.N.A.), con la redazione di apposita relazione da allegare al progetto.

Elementi strutturali in acciaio

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei Lavori, prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo tale da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 27.07.1985, dalle norme UNI e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e le relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico, al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui alle norme vigenti, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo

dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei Lavori.

Verniciature

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

Apparecchi d'appoggio

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle «Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni» C.N.R.-UNI 10018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme UNI, nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati prima delle lavorazioni dal Direttore dei Lavori, il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Art. 52 Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture

Per le opere di completamento e per le opere d'arte esterne, quali ad esempio copertine di muri di sostegno, di recinzione, cordonati, soglie, parapetti ecc. verrà posto in opera un calcestruzzo opportunamente costipato con vibratori con dosaggio di kg/m^3 300 di cemento 425.

Le prescrizioni di cui agli articoli precedenti rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di mm 20, e comunque entro 1/3 delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento liscio.

Particolare cura verrà posta nella esecuzione delle armature per ottenere un perfetto raccordo con i getti precedentemente messi in opera, e per seguire le sagome di progetto, con i giunti e le particolari indicazioni della Direzione Lavori.

Art. 53 Costruzione delle volte

Le volte in genere saranno costruite sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in guisa che il manto o tamburo assuma la conformazione assegnata all'intradosso degli archi, volte o piattabande, salvo tenere conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento della volta dopo il disarmo.

È data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese le volte che, in seguito al disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessioni disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta.

In quanto alle connessioni saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli

precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolare, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o col martello.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e di mm 10 all'estradosso. A tal uopo l'Appaltatore, per le volte di piccolo raggio, è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, mattoni speciali lavorati a raggio.

Le imposte degli archi, piattabande e volte dovranno essere eseguite contemporaneamente ai muri e dovranno riuscire ben collegate ad essi. La larghezza delle imposte stesse non dovrà in nessun caso essere inferiore a cm 20. Occorrendo impostare volte od archi su piedritti esistenti, si dovranno preparare preventivamente i piani di imposta mediante i lavori che saranno necessari, e che sono compresi fra gli oneri a carico dell'Appaltatore. Per le volte oblique, i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti giusta la linea dell'apparecchio prescritto.

Nelle murature di mattoni pieni, messi in foglio o di costa, murati con cemento a pronta presa per formazione di volte a botte, a schifo, a crociera, a padiglione, a vela ecc., e per volte di scale alla romana, saranno seguite tutte le norme e cautele che l'arte specializzata prescrive, in modo da ottenere una perfetta riuscita dei lavori.

Sulle volte saranno formati i regolari rinfranchi fino al livello dell'estradosso in chiave, con buona muratura in malta in corrispondenza delle pareti superiori e con calcestruzzo per il resto.

Le sopraindicate volte in foglio dovranno essere rinforzate, ove occorra, da ghiera o fasce della grossezza di una testa di mattoni collegate alla volta durante la costruzione.

Per le volte e gli archi di qualsiasi natura l'Appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della Direzione Lavori. Le centinature saranno abbassate lentamente ed uniformemente per tutta la larghezza, evitando soprattutto che per una parte la volta rimanga priva di appoggio, mentre per l'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

Art. 54 Solai

Le coperture degli ambienti e dei vani potranno essere eseguite, a seconda degli ordini della Direzione Lavori, con solai di uno dei tipi descritti in appresso.

La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere il sistema e tipo di solaio di ogni ambiente e per ogni tipo di solaio essa stabilirà anche il sovraccarico accidentale da considerare e l'Appaltatore dovrà senza eccezioni seguire le prescrizioni della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendilumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta, sarà precisato dalla Direzione Lavori.

Solai su travi e travicelli di legno

Le travi principali a quattro fili di legno di prima qualità e ben stagionato avranno le dimensioni e le distanze previste in progetto o che saranno indicate dalla Direzione Lavori in relazione alla luce ed al sovraccarico.

I travicelli di cm 8 per 10, pure a quattro fili, saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi. I vani sui travi, fra i travicelli, dovranno essere riempiti di muratura, e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fine.

Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni e forati) e con elementi laterizi interposti

Questi solai saranno composti delle putrelle, dei copriferri, delle voltine in mattoni (pieni o forati) o dei tavelloni o delle volterre ed infine del riempimento.

Le putrelle saranno delle dimensioni fissate volta per volta dalla Direzione Lavori e collocate alla distanza, tra asse ed asse, che verrà prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad 1 metro. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere colorite a

minio di piombo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.

Le chiavi saranno applicate agli estremi delle putrelle alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza), e i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 metri, a distanza non maggiore di m 2,50.

Le voltine, di mattoni pieni o forati, saranno eseguite ad una testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.

Quando la freccia é superiore ai cm 5 dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe in ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.

I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.

Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni saranno poi rinfiacati sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice, convenientemente crivellata e depurata da ogni materiale pesante, impastata con malta magra fino ad intasamento completo.

Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente una sbruffatura di malta cementizia ad evitare eventuali distacchi dell'intonaco stesso.

Solai in cemento armato

Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato.

Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati

I laterzi dei solai di tipo misto in cemento armato, quando abbiano funzione statica, dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

- a) essere conformati in modo che le loro parti resistenti a pressione vengano nella posa a collegarsi tra di loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
- b) ove sia disposta una soletta di calcestruzzo staticamente integrativa di quella in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la perfetta aderenza tra i due materiali, ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
- c) il carico di rottura a pressione semplice riferito alla sezione netta delle pareti e delle costolature non deve risultare inferiore a kg 350 cm e quello a trazione dedotto con la prova di flessione non minore di kg 50 per cm;
- d) qualsiasi superficie metallica deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non minore di due centimetri;
- e) per la confezione a piè d'opera di travi in laterizio armato, l'impasto di malta di cemento deve essere formato con non meno di 6 quintali di cemento per m³ di sabbia viva.

Art. 55 Controsoffitti

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti, e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature o distacchi nell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il rifacimento, a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature ecc.).

Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi. Tutti i legnami impiegati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce.

La Direzione Lavori potrà prescrivere anche la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dai controsoffitti.

Controsoffitto in rete metallica

I controsoffitti in rete metallica saranno composti:

- dall'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di cm.6x12, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate ad interasse di cm.100;
- dall'orditura di correntini in abete della sezione di cm 4x4, posti alla distanza di cm 30 gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine o ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
- dalla rete metallica, in filo di ferro lucido del diametro di mm 1 circa, con maglie di circa mm 15 di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;
- dal rinzafo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
- dall'intonaco (eseguito con malta comune di calce e sabbia e malta fina) steso con le dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

Controsoffitto tipo Perret

I controsoffitti eseguiti con materiale laterizio speciale tipo Perret, Italia o simili saranno costituiti da tavelline sottili di cotto dello spessore di cm 2,5 armate longitudinalmente da tondini di acciaio annegato in malta a q.li. 3 di cemento Portland per m³ di sabbia, il tutto ancorato al solaio sovrastante mediante robusti cavallotti di ferro posti a opportuna distanza.

La faccia vista del controsoffitto sarà sbruffata con malta bastarda.

Controsoffitto in graticcio tipo «Stauss»

I controsoffitti con graticcio di cotto armato tipo «Stauss» o simili saranno costituiti essenzialmente da strisce di rete di filo di ferro ricotto del diametro di mm 1 maglie di mm 20 di lato aventi gli incroci annegati in crocettine di forma poliedrica in argilla cotta ad alta temperatura, che assicurino alla malta una buona superficie di aderenza.

Dette strisce, assicurate agli estremi a tondini di ferro da mm 8 almeno, ancorati a loro volta nelle murature perimetrali con opportune grappe poste a distanza di cm 25, e ben tese mediante taglie tendifili, verranno sostenute con cavallotti intermedi (a distanza di circa m.0,40) ed occorrendo mediante irrigidimenti di tondino di ferro da mm 3 in modo da risultare in tutta la superficie saldamente fissate al soffitto senza possibilità di cedimenti.

Per l'intonacatura si procederà come per un controsoffitto normale; la malta gettata con la forza contro il graticcio deve penetrare nei fori fra le varie crocette, formando al di là di esse tante piccole teste di fungo che trattengono fortemente l'intonaco alla rete.

Trattandosi di rivestire superfici curve comunque centinate, la rete metallica del controsoffitto tanto del tipo comune (lett.a) che del tipo «Stauss» (lett.c) dovrà seguire le sagome di sostegno retrostanti opportunamente disposte, ed essere fissata ad esse con tutti i necessari accorgimenti per assicurare la rete e farle assumere la curvatura prescritta.

Controsoffitto in cartongesso

I controsoffitti saranno costituiti da una lastra in cartongesso dello spessore di mm 10÷13, fissata ad una struttura di sostegno, a sua volta ancorata con fili di sospensione e tasselli ad espansione al soffitto. Le giunzioni tra pannelli verranno opportunamente stuccate con l'impiego di tela e gesso, e convenientemente rasate e carteggiate.

Controsoffitti in cartongesso REI 120-180

I controsoffitti saranno costituiti da una lastra in cartongesso spessore mm 10÷20 (prodotta sotto regime di controllo qualità ISO 9002) a base di calciosilicati a matrice cementizia esente da amianto (densità almeno 870 kg/m³) avente reazione al fuoco 0, e da un pannello coibente di lana di roccia di almeno spessore mm 50. Detta lastra dovrà essere fissata ad una struttura di sostegno, a sua volta ancorata con fili di sospensione e tasselli ad espansione al soffitto. Fra le giunzioni dei pannelli dovranno essere poste speciali guarnizioni termoespandenti.

Il controsoffitto dovrà essere certificato REI 120 o 180 come richiesto dal progetto.

Le lastre verranno opportunamente stuccate con l'impiego di tela e gesso, e

convenientemente rasate e carteggiate, pronte per la verniciatura.

Art. 56 Coperture a tetto

Per tutti i tipi di copertura a tetto potranno prevedersi, a protezione degli impluvi e degli incontri delle falde con le murature di sovrastruttura (camini, abbaini ecc.), speciali converse in lamiera zincata o in lamina di piombo. La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno, ferro o cemento armato, il tutto con le dimensioni e disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla Direzione Lavori.

Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sui quali sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomanto in legno od in laterizi.

Sottomanto di legno: sarà costituito da tavole di legno abete dello spessore di cm 2,5, piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.

Sottomanto di pianelle o tavelline: sarà eseguito collocando sui travicelli o correntini del tetto le pianelle o tavelline una vicino all'altra, bene allineate e in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legnami e le connessure non siano maggiori di mm 6. Le dette connessure saranno stuccate con malta idraulica liquida.

I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.

Sottomanto bituminoso: sopra i massetti di solai in calcestruzzo, che devono ricevere un manto di copertura, potrà essere messo in opera, secondo le prescrizioni del Direttore dei Lavori, uno strato di materiale impermeabilizzante, costituito da due mani di emulsione bituminosa stesa a freddo, oppure una guaina bituminosa armata con velo-vetro da mm 3, oppure una guaina di maggiore consistenza.

Coperture metalliche

Le coperture previste in acciaio, saranno del tipo e colore indicati nell'elenco prezzi, in particolare lastre nervate in acciaio zincate autoportanti multistrato tipo "Coverib", costituite oltre alla lastra portante, da uno strato di rivestimento anticorrosivo ed insonorizzante in asfalto plastico stabilizzato e da una lamina di alluminio naturale preverniciata.

La faccia inferiore è protetta da un primer bituminoso e da una lamina di alluminio naturale.

La posa in opera prevede la disposizione delle lastre su travetti ad omega forati per permettere la ventilazione, con interposto uno strato coibente di lastre in polistirene, mediante fissaggio con viti a tenuta d'acqua direttamente sui travetti in acciaio.

I travetti del tipo ad omega in profilati forati di acciaio zincato dello spessore di mm. 1, con sezione ad omega di altezza mm. 50, assolti sulle coste verticali con funzione anche di distanziatori ventilanti in modo da assicurare all'interno del pacchetto di copertura ventilazione omogenea in conformità alla norma UNI 10372.

Copertura di tegole curve o coppi

La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta in basso, disposte a filari ben allineati ed attigui, sovrapposte per cm 15 ed assicurate con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo con la convessità rivolta in alto, similmente accavallate per cm 15, disposte in modo che ricoprano la connessura fra le tegole sottostanti.

Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella, sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale.

I comignoli, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni.

I tegoloni dei comignoli e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate su letto di malta.

La copertura di tegole su letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm 4÷5.

Copertura in tegole alla romana

La copertura in tegole alla romana (o «maritate») composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole piane debitamente intervallate e sovrapposte, e successivamente il secondo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti fra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di copertura a secco dovrà eseguirsi con malta idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, ecc.

In corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.

Copertura di tegole piane

Nella copertura di tegole piane ad incastro (marsigliesi o simili), le tegole, quando devono poggiare su armature di correnti, correntini o listelli, saranno fissate a detti legnami mediante legatura di filo di ferro zincato, grosso mm 1 circa, il quale, passando nell'orecchio esistente in riporto nella faccia inferiore di ogni tegola, si avvolgerà ad un chiodo pure zincato, fissato in una delle facce dei correntini o listelli.

Quando invece le tegole devono poggiare sopra un assito, sul medesimo, prima della collocazione delle tegole, saranno chiodati parallelamente alla gronda dei listelli della sezione di cm 4x3 a distanza tale, tra loro, che vi possano poggiare i denti delle tegole di ciascun filare.

Per la copertura di tegole piane ad incastro su sottomanto di laterizio, le tegole dovranno posare sopra uno strato di malta di spessore da cm 4 a 5, ed essere suggellata accuratamente ogni tegola con la malta stessa.

In ogni caso dovranno essere impiegate, nella posa della copertura, mezze tegole rette e diagonali alle estremità delle falde e negli spigoli, in modo da alternare le tegole da un filare all'altro.

Sopra i displuvi dovranno essere disposti appositi tegoloni di colmo murati in malta idraulica, inoltre dovrà essere inserito un numero adeguato di cappucci di aerazione.

Copertura in lastre di ardesia artificiale

Le coperture in ardesia artificiale potranno essere eseguite nei seguenti tipi:

- con lastre ondulate normali spessore mm 5,5÷6
- con lastre ondulate alla romana spessore mm 5,5÷6
- con lastre ondulate alla toscana spessore mm 5,5
- con lastre piane alla francese spessore mm 4

In ogni caso le lastre di copertura verranno poste in opera su tavolato di legno abete dello spessore di almeno mm 25 con superiore rivestimento in cartone catramato, ovvero sopra orditura di listelli pure in abete della sezione da cm 4 x 4 a 7 x 7 a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con speciali accessori in ferro zincato (grappe, chiodi o viti, ranelle triple in piombo ecc.). La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, di cm 5÷8; i colmi ed i pezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.

L'ardesia artificiale per coperture potrà essere richiesta nei colori grigio naturale, rosso, nero lavagna, ruggine.

Copertura di tegole canadesi

La tegola canadese sarà realizzata in teli di fibre inorganiche flessibili, rese impermeabili da bitume ad alto punto di rammollimento, con eventuale protezione superficiale costituita da sabbia silicea fina oppure lamina sottile di rame, sarà di dimensioni cm. 30,5x91,5.

Il montaggio verrà eseguito predisponendo una superficie atta all'infissione di chiodi, come ad esempio, tavolato di legno o truciolare oppure massetto di calcestruzzo leggero di cemento, con chiodi di acciaio zincato a testa larga.

La prima fila verrà collocata rovesciata sul bordo inferiore della superficie, la seconda verrà sovrapposta ad essa ma al diritto, le file successive saranno chiodate con le incisioni sfalsate.

Dovrà essere tenuta la massima cura nel seguire la curvatura della copertura e la sagomatura delle tegole in corrispondenza dei compluvi, dei colmi e delle converse in lamiera, in modo tale da non arrecare danni, come fessure, abrasioni, sfogliature che

possano compromettere la tenuta del manto.

Art. 57 Coperture a terrazza

Il solaio di copertura dell'ultimo piano a terrazzo sarà eseguito in piano, mentre le pendenze da darsi al terrazzo, non inferiori all'1%, saranno raggiunte mediante inclinazione del lastrico di copertura da eseguirsi in smalto, gretonato o simile.

Sopra tale lastrico verrà eseguita una spianata di malta idraulica dello spessore di cm 2 (camicia di calce) e quindi l'impermeabilizzazione, che sarà in due strati successivi dati l'uno in senso normale all'altro, e ciò allo scopo di evitare ogni infiltrazione di acqua.

Anche le pareti perimetrali del terrazzo verranno protette, nella parte inferiore, previamente preparata con intonaco grezzo, mediante un'applicazione verticale di impermeabilizzazione dell'altezza non inferiore a cm 20, raccordata opportunamente con gli strati suddetti.

Qualora la copertura sia del tipo non praticabile, lo strato superficiale della impermeabilizzazione avrà una ricopertura di sabbia silicea e graniglia già incorporata, oppure sarà protetto dalle radiazioni ultraviolette mediante la posa in opera di uno strato di ghiaietto dello spessore di cm 5.

Per le coperture a terrazzo praticabile, sopra l'impermeabilizzazione sarà realizzata la pavimentazione, posata sopra un massetto di malta cementizia armata con rete metallica a maglie esagonali, con funzione anche di malta di allettamento.

Art. 58 Impermeabilizzazioni

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

Asfalto fuso

La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in pani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

I vari materiali dovranno presentare i requisiti indicati al precedente art. 49 -capo III.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

La pasta di asfalto sarà distesa a strati o a strisce parallele, dello spessore prescritto, con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola, e sopra di essa e mentre è ancora ben calda si spargerà della sabbia silicea di granulatura fina uniforme, la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

Cartonfeltro bitumato

Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro questi materiali avranno i requisiti prescritti all' art. 49 -capo III e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con i giunti sfalsati.

Guaina bituminosa

Prima del trattamento con materiale impermeabilizzante si procederà ad una accurata pulizia delle superfici mediante aria compressa, regolarizzando poi la superficie per le parti mancanti o asportando eventuali sporgenze. Si applicherà una mano di primer anche a spruzzo, per circa 0,5 kg/m² di materiale bituminoso del tipo di quello della guaina. La guaina sarà di mm 3÷4 di spessore, del tipo di cui all' art. 49 -capo III.

I giunti tra le guaine dovranno sovrapporsi per almeno cm 8 e dovranno essere sigillati con fiamma e spatola metallica. Nelle parti terminali si avrà particolare cura per evitare infiltrazioni, ricorrendo, se necessario, e anche a giudizio del Direttore dei Lavori, ad una

maggiore quantità di massa bituminosa da stendere sul primer per una fascia di almeno un metro.

Nelle pareti da rinterrare, a contatto della guaina e prima di procedere al rinterro si metterà in opera un feltro di materiale sintetico imputrescibile di spessore di mm 3÷4, procedendo poi al rinterro con la cautela di evitare che massi lapidei spigolosi o di grosse dimensioni danneggino la guaina.

Impermeabilizzazione con malta bicomponente elastica

Prima del trattamento con materiale impermeabilizzante si procederà ad un accurato idrolavaggio a pressione, da ripetere più volte, in modo da eliminare polveri e detriti dalle superfici da trattare. Successivamente si dovrà applicare uno strato di omogeneo ed uniforme di malta cementizia bicomponente elastica) per l'impermeabilizzazione di superfici in calcestruzzo soggette a spinta idraulica positiva e negativa, dicata per muri di fondazione, parcheggi, locali interrati, vasche, canali e piscine, a se di leganti cementizi, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa. Miscelando i due componenti si ottiene un impasto di consistenza plastica che può essere facilmente applicato a pennello, a rullo, sia su superfici verticali che orizzontali in uno spessore non inferiore a 2 mm.

La malta bi componente dovrà rispondere ai requisiti richiesti dalla EN 1504-2, rivestimento (C), secondo i principi PI, MC e IR, per la protezione del calcestruzzo. conforme alla EN 14891. Consumo 1,65 kg/m² per mm di spessore. L'applicazione dovrà essere effettuata in continuo ed in modo uniforme sia sulla parete verticale in cls che sulla platea in calcestruzzo.

Alla fine dei lavori dovrà essere prodotta idonea certificazione sui materiali impiegati, nonché sulla corretta posa in opera, e la Polizza di garanzia a "rimpiazzo opere" che garantisca la salubrità della struttura impermeabilizzata per almeno 10 anni.

Art. 59 Strutture in vetrocemento armato

Nella costruzione di strutture in vetrocemento armato, che dovranno essere realizzate da ditte specializzate, si dovranno seguire tutte le norme già citate per le opere in cemento armato, oltre tutte le cure e gli speciali accorgimenti che sono particolari delle costruzioni in oggetto.

Si dovrà pertanto impiegare, per le nervature in cemento armato, un conglomerato cementizio formato con ghiaietta finissima e sabbia scelta di marrana, dosato con almeno q 4 di cemento Portland salvo l'uso di impasti più ricchi in legante o l'impiego di cemento ad alta resistenza qualora i calcoli statici o le prove pratiche su cubetti ne dimostrino la necessità.

Per l'armatura dovranno usarsi gli acciai Fe B 38 K oppure Fe B 44 K.

I diffusori, tanto piani che cavi, di forma quadrata o tonda, dovranno essere di vetro speciale e dello spessore stabilito nell'elenco prezzi.

Le strutture di copertura saranno di norma del tipo a soletta nervata, in cui gli elementi in vetro risultino annegati in un reticolo di nervature sporgenti sotto la faccia inferiore del diffusore ed arrotondate inferiormente in modo da opporre il minimo ostacolo al passaggio dei raggi luminosi obliqui, oppure del tipo a soletta piena in cui i diffusori, del tipo a bicchiere rovescio, hanno lo stesso spessore della soletta.

Tali strutture potranno essere richieste tanto in piano che in pendenza, a schiena d'asino o centinate, a curva, a cupola ecc. ed in genere saranno transitabili.

A disarmo avvenuto le nervature sporgenti dovranno essere accuratamente intonacate con malta di composizione eguale a quella del getto, seguendo esattamente la loro sagoma in modo da risultare a superficie liscia, regolare e perfettamente rifinita.

Gli elementi di vetro potranno essere richiesti con la faccia inferiore munita di prismi di vario tipo, per la diffusione uniforme della luce o per la sua deviazione in una direzione.

Potranno richiedersi inoltre pareti verticali, eseguite come sopra, tanto a nervature di calcestruzzo sporgenti da un lato, quanto a doppia superficie piana.

In tutti i casi si dovrà avere cura particolare nella scelta degli elementi di vetro in

rapporto ai requisiti particolari cui deve rispondere l'opera, nei dettagli costruttivi degli appoggi sulle strutture circostanti di sostegno, nel fissare i giunti di dilatazione, ma soprattutto nell'assicurare l'eventuale impermeabilizzazione, sia con adatte sostanze aggiunte al conglomerato, sia con uno strato superiore di cemento plastico o di speciali mastici bituminosi, da stendere sulla faccia superiore della struttura e nei collegamenti perimetrali.

I carichi accidentali da considerare nella progettazione delle varie strutture saranno fissati dalla Direzione Lavori, alla cui approvazione dovrà essere inoltre sottoposto il progetto, completo dei calcoli statici, delle opere stesse, redatto come stabilito per le normali opere in cemento armato.

L'Appaltatore sarà responsabile della imperfetta esecuzione delle opere in oggetto, e dovrà eseguire a sua cura e spese ogni riparazione od anche il completo rifacimento di quelle che non rispondessero ai requisiti sopra descritti e in modo speciale che non comportassero perfetta impermeabilità all'acqua piovana.

Art. 60 Intonaci

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature la malta poco aderente, ripulita e abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.

Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese. La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore il fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori.

Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

Intonaco grezzo o arriciatura

Predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta (comune od idraulica); detto rinzafo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta, che si stenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari.

Intonaco comune o civile

Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

Intonaci colorati

Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.

Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato d'intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente.

Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

Intonaco a stucco

Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi

(art. 111-capoV), che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione.

Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla Direzione Lavori.

Intonaco a stucco lucido

Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo però deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto di fenditure.

Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.

Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lasciandolo con pannolino.

Intonaco di cemento liscio

L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) impiegando per rinzafo la malta cementizia normale di cui all'art. art. 111-capoV), e per gli strati successivi quella di cui allo stesso articolo). L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

Rivestimento in cemento a marmiglia martellinata

Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento (art. 111, capo V, lett. r) nel quale sarà sostituita al pietrisco la marmiglia delle qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La superficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri ecc., secondo i disegni, e quindi martellinata, ad eccezione di quegli spigoli che la Direzione Lavori ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.

Rabboccature

Le rabboccature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco saranno formate con malta di tipo e consistenza adeguata al tipo di muratura e di materiale legante esistente, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poscia riscagliate e profilate con apposito ferro.

Intonaco spruzzato (gunite)

Se la superficie da trattare é in cemento armato dovrà essere preventivamente spicconata con martello pneumatico munito di utensile adeguato, quindi lavata a pressione. Qualora la superficie presentasse disgregazione, sfarinamento superficiale o polverosità é necessario lavare a spruzzo e applicare una rabboccatura a sbruffo.

La sabbia per l'impasto dovrà esser silicea e di adeguata granulometria, impastata con 500 kg/mc di cemento 325.

Lo spessore sarà da 2÷3 cm, ed il getto dovrà essere eseguito con lancia in posizione perpendicolare alla parete ed in due strati.

Qualora se ne renda necessario si potranno aggiungere, con l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori, uno o più additivi alla malta, ed eventualmente, in caso di maggiori spessori, si potrà applicare una rete metallica elettrosaldata da fissare alla parete.

Per le esecuzioni in ambienti particolarmente umidi, o con presenza di acqua di percolazione, si dovranno applicare dei tubetti del diametro di un pollice in corrispondenza di uscite d'acqua, da asportare ad una settimana di tempo, chiudendo il foro con cemento a rapida presa.

Nel caso il rivestimento debba essere eseguito su pareti rocciose, o contro terra, si applicherà cemento tipo 425.

L'esecuzione potrà essere preceduta da una regolarizzazione della parete con intonaco grezzo tirato a frattazzo, per consentire l'eventuale esecuzione di una guaina impermeabile.

Intonaco deumidificante macroporoso

La superficie da trattare (tutte le pareti verticali del piano terra per una altezza minima di 1,00 m., ed 1,80 m. sulla parete in cls) dovrà essere opportunamente spicconata e pulita da polveri e detriti per eliminare l'intonaco preesistente. Successivamente si dovrà eseguire una primo rinzafo a sbruffatura con una malta (**POROMAP RINZAFFO** "Mapei" o equivalente) premiscelata "sali resistente", da applicare per uno spessore di circa 5 mm quale strato di aggrappo, al fine di omogeneizzare il sottofondo.

Non appena lo strato di rinzafo inizia la fase di presa, e comunque prima del suo indurimento, applicare uno strato di intonaco (**POROMAP INTONACO** "Mapei" o equivalente) con malta premiscelata deumidificante ed isolante. Lo spessore totale di **POROMAP RINZAFFO** e **POROMAP INTONACO** comunque non deve essere in alcun punto inferiore a 25 mm.

Rasare infine l'intonaco posato con una malta fine (**POROMAP FINITURA** "Mapei" o equivalente) di colore chiaro, esente da cemento, per la finitura di intonaci deumidificanti con spessore minimo di 5 mm. (spessore totale del pacchetto 30 mm.).

Alla fine dei lavori dovrà essere prodotta idonea certificazione sui materiali impiegati, nonché sulla corretta posa in opera, e la Polizza di garanzia a "rimpiazzo opere" che garantisca la salubrità della struttura deumidificata per almeno 5 anni.

Capo IX PAVIMENTI E RIVESTIMENTI

Art. 61 Pavimenti

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo e genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, deve sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno mm 15.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che, per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione Lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo giuste le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

Massetti e Sottofondi

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore di cm 4 in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni, eventualmente manifestatesi nel sottofondo, saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o

cemento, e quindi vi si tenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da cm 1,5÷2.

Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

Nella fattispecie dell'intervento previsto si dovrà eseguire e porre in opera sulla platea di fondazione al piano terra della Biblioteca un massetto in calcestruzzo a resistenza caratteristica C 16/20, dello spessore di circa 14 cm., dosato a 250 kg di cemento R 32,5 per 1,200 mc di inerti, tirato a regola, con l'aggiunta nell'impasto di un Idrofugo di massa per malte cementizie (tipo **IDROSILEX LIQUIDO** "Mapei" o equivalente), diluito nell'acqua d'impasto, in rapporto di 3-5 kg per 100 kg. di cemento.

Pavimenti di laterizi

Il pavimento in laterizi, sia con mattoni di piatto che di costa, sia con piastrelle, sarà formato distendendo sopra il massetto uno strato di malta grassa crivellata, sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale ecc., comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti.

Le connessioni devono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm.3 per i mattoni e le piastrelle non arrotati, e mm.2 per quelli arrotati.

Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia

Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale, distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta refluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 1.

Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotati con pietra pomice ed acqua o con mole di carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesta.

Pavimenti di mattonelle greificate

Sul massetto in calcestruzzo di cemento si distenderà uno strato di malta cementizia magra (art. 111-capoV) dello spessore di cm 2, che dovrà essere ben battuto e costipato.

Quando il sottofondo avrà preso consistenza, si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesa sopra. Infine la superficie sarà pulita a lucido con segatura bagnata e quindi con cera.

Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

Pavimenti in lastre di marmo.

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

Pavimenti in getto di cemento

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di cm 2 ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di mm 5, lisciato, rigato, o rullato secondo quanto prescriverà la Direzione Lavori.

Pavimenti alla veneziana

Sul sottofondo, previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato misto a graniglia, nella quale verranno incorporate scaglie di marmo ed eseguiti giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm, disposte a riquadri con lato non superiore a m 1 ed appoggiate sul

sottofondo.

Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delimitato con contorni netti e senza soluzioni di continuità.

Quando il disegno dev'essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di cui sopra.

Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi, in scaglie tra mm 10 e mm 25, dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona; verde, nero e rosso di Levante; bianco, venato e bardiglio di Serravezza ecc.).

I cubetti di marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di mm.15 circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfascie di contorno, proporzionate all'ampiezza dell'ambiente. L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fina, sino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, ripulite poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

Pavimenti a bolle-tonato

Su di un ordinario sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di cm 1,5, sul quale verranno posti a meno pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme atte allo scopo e precedentemente approvati dalla Direzione Lavori. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento.

Su tale strato di pezzami di marmo verrà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbondantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa. Il pavimento sarà poi rullato.

Verrà eseguita una duplice arrotatura a macchina con mole di carborundum di grana grossa e fina ed eventualmente la lucidatura a piombo.

Pavimenti in legno «parquet»

Tali pavimenti dovranno essere eseguiti, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, con legno di rovere di Slavonia o larice, di 1a e 2a scelta, ben stagionato e profilato, di tinta e grana uniforme.

Le dogarelle delle dimensioni indicate in progetto, unite a maschio e femmina, saranno inchiodate sopra una orditura di listelli della sezione adeguata ad interasse non superiore a cm 35.

L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo mediante grappe di ferro opportunamente murate.

Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un coprifilo in legno all'unione tra pavimento e pareti.

La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo e dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce con l'interposizione di bindelli fra il campo e la fascia di quadratura.

I pavimenti a parquet dovranno essere lamati e lucidati con doppia spalmatura di cera, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla Direzione Lavori.

Pavimenti d'asfalto

Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg ed avrà lo spessore di cm ($\leq$ a 5)

Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di cm 4 di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, 4 di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di mm 5÷10.

La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

L'asfalto sarà disteso a strati di cm 2 di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto

appena disteso, mentre é ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulatura uniforme, la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

Pavimenti in linoleum

Posa in opera.- Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasto di cemento e sabbia, o di gesso e sabbia.

La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso. L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido.

Quando il linoleum debba essere applicato sopra vecchi pavimenti, si dovranno anzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum.

Applicazione. - L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali.

Il linoleum dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

La pulitura dei pavimenti di linoleum dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere la pulitura.

Il pavimento dovrà poi essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto. Tale ultima applicazione contribuirà a mantenere la plasticità e ad aumentare l'impermeabilità del linoleum.

Pavimenti in klinker o monocottura

Sul massetto in calcestruzzo di cemento si poseranno le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione. Esse verranno posate tramite incollaggio sul massetto stesso con l'ausilio di un adesivo cementizio ad alte prestazioni (**KERAFLEX MAXI S1** tipo "Mapei" o equivalente), a scivolamento verticale nullo, a tempo aperto allungato, deformabile, con tecnologia Dust Free, di classe C2TE secondo norma EN 12004 e di classe S1 secondo la norma EN 12002. La posa dovrà essere effettuata mediante la tecnica della doppia spalmatura, realizzando delle fughe aventi dimensione adeguata, in relazione alla tipologia e al formato delle piastrelle, rispettando i giunti di frazionamento della pavimentazione. La stuccatura delle fughe dovrà essere realizzata con malta ad alte prestazioni (tipo **ULTRACOLOR PLUS** "Mapei" o equivalente), modificata con polimero, antiefflorescenze, idonea alla stuccatura di fughe da 2 a 20 mm. a presa ed asciugamento rapido, idrorepellente con DropEffect e antimuffa con tecnologia BioBlock, classificata come CG2 secondo la norma EN 12 13888.

Per la sigillatura dei giunti di dilatazione si potrà utilizzare un sigillante e adesivo poliuretanico (tipo **MAPEFLEX PU 45** "Mapei" o equivalente), monocomponente tissotropico ad alto modulo elastico e a rapido indurimento, per giunti sottoposti ad allungamento in esercizio fino al 20%, previa applicazione di **PRIMER AS** sui lati del giunto. Il sigillante può svolgere efficacemente la sua funzione di tenuta e durare nel tempo solo se i giunti di dilatazione vengono dimensionati correttamente.

In linea generale la sigillatura deve essere eseguita rispettando la regola di seguito riportata.

LARGHEZZA	PROFONDITA' DEL GIUNTO DEL SIGILLANTE
Fino a 10 mm.	pari alla larghezza
Da 10 a 30 mm.	pari alla metà della larghezza

Per consentire di fissare agevolmente la profondità di sigillatura ed evitare che **MAPEFLEX PU 45** aderisca al fondo, posizionare all'interno della sede del giunto **MAPEFOAM**, cordoncino in polietilene a cellule chiuse, comprimendo leggermente con una spatola appositamente sagomata o con un listello di legno.

Art. 62 Rivestimenti di pareti

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi dovranno essere prima del loro impiego immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo avere abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, essi saranno allettati con malta cementizia normale, nella quantità necessaria e sufficiente.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere completati con tutti gli eventuali gusci di raccordo ai pavimenti ed agli spigoli, con eventuali listelli, cornici ecc. A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia bene asciutta.

Capo X OPERE IN MARMO, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI

Art. 63 Norme generali

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione Lavori all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali, proprie della specie prescelta.

Prima di cominciare i lavori, qualora non siasi provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni.

Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli uffici della Direzione, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione Lavori potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi ecc.

Per le opere di una certa importanza, la Direzione Lavori potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli di gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura.

Per tutte le opere infine é fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione Lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso Appaltatore in caso contrario unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera. Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione Lavori.

Art. 64 Marmi e pietre naturali

Marmi

Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che é richiesta dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti. Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate.

I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta a libro o comunque giocata.

Pietra da taglio

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezza fina;
- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio s'intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connesure fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

Art. 65 Pietre artificiali

La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaino scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.

Il nucleo sarà dosato con non meno di q 3,5 di cemento Portland per ogni m³ di impasto e non meno di q 4 quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a cm 2, da impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata. Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definitive, in modo che queste ultime possano poi ricavarsi asportando materia a mezzo di utensili da scalpello, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura

dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi in genere.

La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi le seguenti condizioni:

- inalterabilità agli agenti atmosferici;
- resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a kg 300 per cm² dopo 28 giorni;
- le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata che con azione lenta e differita; non conterranno quindi acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formata da rinzaffo ed arricciatura in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.

Quando tale strato debba essere sagomato per formazione di cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta sua adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, rese nette e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni nei giunti con apposito ferro.

Le facce viste saranno poi ottenute in modo perfettamente identico a quello della pietra preparata fuori d'opera, nel senso che saranno ugualmente ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili di scalpellino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riporti ecc.

Capo XI OPERE IN FERRO

Art. 66 Norme generali e particolari

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione Lavori, con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col trapano; le chiodature, ribaditure ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od indizio d'imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione. L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

Inferriate, cancellate, cancelli ecc.

Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben inchiodati ai regoli di telaio, in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

Infissi in ferro

Gli infissi per finestre, vetrate ed altro potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa, ed avranno il fermo inferiore e superiore.

Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Capo XII OPERE DA PITTORE

Art. 67 Norme generali

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomiciate e lisciate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richieste, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte. La scelta dei colori é dovuta al criterio insindacabile della Direzione Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a favore dell'Appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere alla esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione una dichiarazione scritta. Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, infissi ecc.) restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Art. 68 Esecuzioni particolari

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere

elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'Impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta.

L'onere dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

Tinteggiatura a calce

La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisteranno in:

- spolveratura e raschiatura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno già avere ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

Tinteggiature a colla e gesso

Saranno eseguite come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

Tinteggiature a base di silani e silossani antialga e antimuffa

Dopo opportuna stagionatura dell'intonaco deumidificante di supporto applicare una mano di fondo impregnante (tipo **SILANCOLOR PRIMER PLUS** "Mapei" o equivalente), isolante ad azione antialga e antimuffa a base di silani e silossani in emulsione acquosa. Successivamente, per ultimare l'intervento, applicare almeno due mani di pittura (tipo **SILANCOLOR PITTURA PLUS** "Mapei" o equivalente) antialga e antimuffa a base di silani e silossani ad elevata efficacia (protettiva) a base di resina siliconica in dispersione acquosa ad alta traspirabilità ed idrorepellenza.

Verniciature ad olio

Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla forte;
- applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
- stuccatura con stucco ad olio;
- accurato levigamento con carta vetrata e lisciatura;
- seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
- terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle operazioni nn° 2 e 4; per le opere in ferro, l'operazione n° 5 sarà sostituita con una spalmatura di minio, il n° 7 sarà limitato ad un conguagliamento della superficie e si ometteranno le operazioni nn° 2, 4 e 6.

Verniciature a smalto comune

Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro ecc.)

A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

- applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
- leggera pomiciatura a panno;
- applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.

Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio (tipo «Cementite» o simili), su intonaci:

Tipo con superficie finita liscia o a «buccia d'arancio»:

- spolveratura, ripulitura e levigamento delle superfici con carta vetrata;
- stuccatura a gesso e colla;
- mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
- applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.

Tipo «battuto» con superficie a rilievo:

- spolveratura, ripulitura e levigamento delle superfici con carta vetrata;
- stuccatura a gesso e colla;
- mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
- battitura a breve intervallo dall'applicazione 4), eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma ecc.

Art. 69 Tappezzeria con carta

Le pareti sulle quali deve essere applicata la tappezzeria saranno preparate diligentemente come prescritto all'art.144-capo V per le tinteggiature, e successivamente lavata con acqua di colla.

La tappezzeria verrà applicata con colla di farina scevra di granuli e dovrà risultare perfettamente distesa e aderente, senza asperità, con le giunzioni bene sovrapposte ed esattamente verticali, in modo che vi sia esatta corrispondenza nel disegno; sarà, inoltre, completata in alto e in basso con fasce e bordure e con filettature a tinta in corrispondenza dei vani di finestra o di porta.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, le pareti saranno preventivamente ricoperte da un primo strato di carta fodera.

Capo XIII OPERE SPECIALI

Art. 70 Manufatti di completamento esterno prefabbricati in c.l.s

I manufatti saranno realizzati con calcestruzzo cementizio vibrato, gettato in speciali casseforme multiple o mediante appositi macchinari, in modo che la superficie in vista o esposta agli agenti atmosferici sia particolarmente liscia ed esente da qualsiasi difetto, con resistenza a compressione semplice non inferiore a 300 kg/cm², stagionati in appositi ambienti, e trasportati in cantiere in confezioni.

Cordonate in calcestruzzo

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo saranno di lunghezza un metro e con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei Lavori.

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo di cm 10 di spessore e rinfiancati in modo continuo da ambo i lati, fino ad un'altezza di cm 3 al di sotto del piano finito. La

sezione complessiva del calcestruzzo per il letto e il rinfilanco sarà di cm 600. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento. Gli elementi in curva saranno di lunghezza minore per seguire la curvatura di progetto della cordonata.

Cunicolo per condotte di servizio

Gli elementi avranno dimensioni esterne di cm 70x70 con spessore medio cm 9, e lunghezza cm 100. Potranno essere coperti con piastra in calcestruzzo, oppure per esigenze di facile ispezionabilità con coperchio in acciaio zincato dotato di ancoraggio antisvitamento. La gamma sarà completata da pozzetti di ispezione e derivazione di cm 70x70x70. Le superfici interne saranno dotate di apposite scanalature per l'appoggio degli apparecchi di sostegno e distanziamento delle condotte, quali condotte elettriche, idriche, di aria compressa, oleodinamiche, gas ecc.

Sul fondo dello scavo sarà steso uno strato di pietrisco o ghiaia dello spessore di cm 10, ricoperto con platea in calcestruzzo magro di cm 10÷15 secondo le livellette di progetto, quindi si procederà alla posa in opera degli elementi e al getto di completamento laterale con spessore di cm 10.

Art. 71 Barriere fonoassorbenti

Muro in pietrame sciolto con elementi traviformi in legno. Gli elementi traviformi di contenimento saranno di legno, in doghe e trattati in profondità con sali preservanti antitarlo.

La sezione dei singoli elementi sarà in relazione alla lunghezza degli elementi stessi e allo spessore della barriera, e tale da consentire uno spessore nello strato inferiore fino a m 1,20, e sostenere un'altezza, via riducendosi di spessore fino a m 0,60 in sommità, di m 6,00; il coefficiente di sicurezza prescritto sarà uguale a 2.

Il montaggio degli elementi avverrà per sovrapposizione alternata ortogonale sopra una fondazione in calcestruzzo classe 200, sporgente per cm 15 a valle e a monte, e con spessore cm 30, procedendo al riempimento graduale con materiale granulare fino misto a terreno ghiaioso-sabbioso e limo-argilloso, chiudendo in sommità con terra vegetale. L'Appaltatore provvederà anche alla messa a dimora di specie erbacee e floristiche su prescrizione del Direttore dei Lavori.

Capo XIV COLLOCAMENTO IN OPERA

Art. 72 Norme generali

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione Lavori, anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Art. 73 Collocamento di manufatti in legno

I manufatti in legno, come infissi di finestre, porte, vetrate ecc., saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno mediante, a seconda dei casi, grappe di ferro,

ovvero viti assicurate a tasselli di legno od a controtelai debitamente murati.

Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in sito, l'Appaltatore dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice ecc., con stuoie, coperture, paraspigoli di fortuna ecc.

Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguirne il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della Direzione Lavori.

Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, se ricadenti entro strutture murarie; fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo, se ricadenti entro pietre, marmi ecc.

Sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande ecc.) ed ogni riparazione conseguente (ripristini, stuccature intorno ai telai ecc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonché l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata, anche in seguito,

Art. 74 Collocamento di manufatti in ferro

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate ecc., saranno collocati in opera con gli stessi accorgimenti e cure, per quanto applicabili, prescritti all'articolo precedente per le opere in legno.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a richiesta della Direzione Lavori, di eseguirne il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche.

Il montaggio in sito e collocamento delle opere di grossa carpenteria dovrà essere eseguito da operai specialisti in numero sufficiente affinché il lavoro proceda con la dovuta celerità. Il montaggio dovrà essere fatto con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.

Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grossa carpenteria ecc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti né perdite.

Art. 75 Collocamento di manufatti in marmo e pietre

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti gli sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricato della sola posa in opera, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni di scarico, trasporto e collocamento in sito e sino a collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature ecc. Egli pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, colonne, scalini, pavimenti ecc., restando egli obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato, come a risarcirne il valore quando, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, la riparazione non fosse possibile.

Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra, si adopereranno grappe, perni e staffe, in ferro zincato o stagnato, od anche in ottone o rame, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della Direzione Lavori.

Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, preferibilmente a mezzo di piombo fuso e battuto a mazzuolo, e murati nelle murature di sostegno con malta cementizia.

I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo o le retrostanti murature dovranno essere diligentemente riempiti con malta idraulica fina o mezzana, sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità. La stessa malta sarà impiegata per l'allettamento delle lastre in piano per pavimenti ecc.

È vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi, come pure è vietato l'impiego della malta cementizia per l'allettamento dei marmi.

L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio o il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti ecc., in cui i pezzi risultino sospesi alle strutture in

genere ed a quelle in cemento armato in ispecie; in tale caso si potrà richiedere che pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto, ed incorporati con opportuni mezzi alla massa della muratura o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno all'uopo impartite dalla Direzione Lavori e senza che l'Appaltatore abbia diritto a pretendere compensi speciali.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione prestabilita dai disegni o dalla Direzione Lavori; le connessioni ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento secondo le migliori regole dell'arte, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, a seconda dei casi, in modo da risultare il meno appariscenti che sia possibile, e si dovrà curare di togliere ogni zeppa o cuneo di legno al termine della posa in opera.

I piani superiori delle pietre o marmi posti all'esterno dovranno avere le opportune pendenze per convogliare le acque piovane, secondo le indicazioni che darà la Direzione Lavori.

Sarà in ogni caso a carico dell'Appaltatore, anche quando esso avesse l'incarico della sola posa in opera, il ridurre e modificare le murature ed ossature ed eseguire i necessari scalpellamenti e incamerazioni, in modo da consentire la perfetta posa in opera dei marmi e pietre di qualsiasi genere. Nel caso di rivestimenti esterni potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa accampare pretese di compensi speciali oltre quelli previsti dalla tariffa.

Art. 76 Collocamento di manufatti vari forniti dall'Amministrazione appaltante

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Amministrazione appaltante sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente. Pertanto egli dovrà provvedere al loro trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si rendessero necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera nei precedenti articoli del presente Capitolato, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatogli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

Capo XV LAVORI VARI

Art. 77 Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari per la corretta esecuzione dei lavori, si seguiranno le norme di legge e della buona regola dell'arte, nonché le norme e le prescrizioni precisate nei capitolati con specifiche tecniche facenti parte integrante dei documenti di progetto.

Art. 78 Lavori eventuali non previsti

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi con le norme di cui agli articoli specifici del Regolamento, ovvero si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'Appaltatore o da terzi.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le

eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio. I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

(APPENDICE)

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

**(ex ART. 76 - CAPITOLATO SPECIALE TIPO PER APPALTI EDILI DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
EDIZIONE 1962)
(stralcio)**

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantita' di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo.

Particolarmente viene stabilito quanto appresso:

1 - Scavi in genere

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi di elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovra' incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte, che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro delle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonche' sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo e sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verra' effettuata nei seguenti modi:

- a) Il volume degli scavi di sbancamento verra' determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore all'atto della consegna, ed all'atto della misurazione.
- b) Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondita' sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato. Al volume cosi' calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi gia' compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sara' incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.

I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra i piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondita', nello stesso elenco dei prezzi.

Pertanto la valutazione dello scavo risultera' definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

c) Scavi subacquei - I sovrapprezzi per scavi subacquei in aggiunta al prezzo degli scavi di fondazione pagati a mc con le norme e modalita' prescritte nel presente articolo, lett. b), e per zone successive a partire dal piano orizzontale a quota m 0,20 sotto il livello normale delle acque nei cavi, procedendo verso il basso. I prezzi di elenco sono applicabili anche per questi scavi unicamente e rispettivamente ai volumi di escavo ricadenti in ciascuna zona compresa fra il piano superiore e il piano immediatamente inferiore che delimitano la zona stessa, come e' indicato nell'elenco prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo eseguito entro ciascuna zona risulter definita dal volume ricadente nella zona stessa e dalla applicazione del corrispondente prezzo di elenco (1).

2 - Rilevati o rinterri

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri s'intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi e quindi all'Appaltatore non spettera' alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

3 - Riempimento di pietrame a secco

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai ecc. sara' valutato a mc per il suo volume effettivo misurato in opera.

4 - Paratie e casseri in legname

Saranno valutate per la loro superficie effettiva e nel relativo prezzo di elenco s'intende compensata ogni fornitura occorrente di legname, ferramenta, ecc., ed ogni sfrido relativo, ogni spesa per la lavorazione e apprestamento, per collocamento in opera di longarine o filagne di collegamento, infissione di pali, tavoloni o palancole, per rimozioni, perdite, guasti e per ogni altro lavoro, nessuno escluso od eccettuato, occorrente per dare le opere complete ed idonee all'uso.

5 - Palificazioni e micropali

Il diametro o la sezione dei pali sara' misurata nel mezzo della loro lunghezza, e per i pali di legno dopo levata la scorza. La lunghezza di infissione si ottiene dalla differenza fra lunghezza complessiva del palo, prima della messa in opera e la lunghezza della parte emergente dal terreno dopo l'infissione. Per i pali in legno e' compreso nel prezzo la lavorazione della punta del palo e l'applicazione della puntazza escluso il costo del ferro (2).

6 - Demolizioni di muratura

I prezzi fissati in tariffa per la demolizione delle murature si applicheranno al volume effettivo delle murature da demolire (3). Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nell'art. 23 precedente ed in particolare la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali. I materiali utilizzabili che, ai sensi del suddetto articolo, dovessero venire reimpiegati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della Direzione dei lavori, verranno addebitati all'Appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e cioe' allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco, ovvero, mancando esso, al prezzo commerciale dedotto in ambedue i casi il ribasso d'asta. L'importo

complessivo dei materiali così valutati verrà detratto perciò dall'importo netto dei lavori, in conformità a quanto dispone l'art. 40 del Capitolato generale.

7 - Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a mq 1,00 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a mq 0,25, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzafo delle facce visibili dei muri. Tale rinzafo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati da terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più. Le murature miste di pietrame e mattoni saranno misurate come le murature in genere, di cui sopra e con i relativi prezzi di tariffa s'intendono compensati tutti gli oneri di cui all'articolo 31 del presente Capitolato per la esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, spallette, squarci, parapetti, ecc.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di aggetto superiore a cm 5 sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa per le murature, maggiorati dell'apposito sovrapprezzo di cui alla tariffa stessa.

Per le ossature di aggetto inferiore ai cm 5 non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso.

Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di proprietà dell'Amministrazione, come in generale di tutte le categorie di lavoro per le quali s'impiegano materiali di proprietà della Amministrazione (non ceduti all'Appaltatore), s'intende compreso ogni onere per trasporto, ripulitura, adattamento e posa in opera dei materiali stessi.

Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i prezzi delle murature in pietrame fornito dall'Appaltatore, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni onere per trasporto, lavorazione pulitura, messa in opera, ecc., del pietrame ceduto.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a mq 1, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

Le volte, gli archi e le piattabande, in conci di pietrame o mattoni di spessore superiore ad una testa, saranno anch'essi pagati a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, coi prezzi di elenco, con i quali si intendono compensate tutte le forniture, lavorazioni e magisteri per dare la volta completa con tutti i giunti delle facce viste frontali e d'intradosso profilati e stuccati.

Le volte, gli archi e le piattabande in mattoni, in foglio o ad una testa, saranno pagate a superficie, come le analoghe murature.

8 - Paramenti di faccia vista

I prezzi stabiliti in tariffa per la lavorazione delle facce viste che siano da pagare separatamente dalle murature, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio od artificiale (4)

9 - Murature in pietra da taglio

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del minimo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Per le pietre di cui una parte viene lasciata greggia, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

Nei relativi prezzi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri di cui ai precedenti articoli 44 e 61, (5) per quest'ultimo sempre quando la posa in opera non sia pagata a parte.

10 - Calcestruzzi e smalti

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e gli smalti costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a mc e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri di cui all'art. 322 del presente Capitolato.

11 - Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza determinazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elemento a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri di cui all'art. 44, nonché la posa in opera, sempreché non sia pagata a parte.

Nei prezzi di elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature di sostegno in legname di ogni sorta, grandi o piccole, i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in cemento armato dovrà essere costruita, nonché la rimozione delle armature stesse ad opera ultimata, il getto e sua pistonatura.

12 - Centinature delle volte

I prezzi stabiliti in elenco per le centinature, in quanto siano da pagare separatamente dalle volte, comprendono anche la spesa relativa all'armatura, alle stilate, castelli o mensole di appoggio, nonché quella per la rimozione delle centinature e relativi sostegni. Qualunque sia la forma, l'apparecchio e lo spessore delle volte, siano esse costruite in mattoni o in pietra o in calcestruzzo, le centinature saranno pagate a mq di superficie d'intradosso delle volte stesse.

13 - Solai

I solai interamente in cemento armato (senza laterizi) saranno valutati a mc, come ogni altra opera in cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio sarà invece pagato a mq di superficie netta interna dei vani, qualunque sia la forma di questi, misurata al grezzo delle murature principali di perimetro, esclusi, quindi la presa e l'appoggio sulle murature stesse.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore con malta sino al piano di posa del massetto per i pavimenti; nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, come prescritto all'articolo 35 del presente Capitolato.

Nel prezzo dei solai misti in cemento armato e laterizi sono comprese la fornitura, lavorazione e posa in opera del ferro occorrente, nonché il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a mq dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati a parte tutti i cordoli relativi ai solai stessi.

Nel prezzo dei solai con putrelle di ferro e voltine od elementi laterizi, è compreso l'onere per ogni armatura provvisoria per il rinfianco, nonché per ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione e per l'intonaco, restando solamente escluse le travi di ferro che verranno pagate a parte.

Nel prezzo dei solai in legno resta solo escluso il legname per le travi principali, che verrà pagato a parte ed è invece compreso ogni onere per dare il solaio completo, come prescritto.

14 - Controsoffitti

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale, senza cioè tener conto dei raccordi curvi coi muri perimetrali.

I controsoffitti a finta volta, di qualsiasi forma e monta, saranno valutati per una volta e mezza la superficie della loro proiezione orizzontale.

Nel prezzo dei controsoffitti in genere sono compresi e compensati tutte le armature, forniture, magisteri e mezzi d'opera per dare i controsoffitti finiti come prescritto al precedente art. 36.

15 - Coperture a tetto

Le coperture, in genere, sono computate a mq, misurando geometricamente la superficie effettiva delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaioli, lucernari, ed altre parti sporgenti della copertura, purché non eccedenti ciascuna la superficie di mq 1, nel qual caso si devono dedurre per intero. In compenso non si tiene conto delle sovrapposizioni e ridossi dei giunti.

Nel prezzo dei tetti è compreso e compensato tutto quanto prescritto dall'art. 37, ad eccezione della grossa armatura (capriate, puntoni, arcarecci, colmi, costoloni).

Le lastre di piombo, ferro e zinco che siano poste nella copertura, per i compluvi o alle estremità delle falde, intorno ai lucernari, fumaioli, ecc., sono pagate a parte coi prezzi fissati in elenco per detti materiali.

16 - Vespai

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per fornitura di materiale e posa in opera come prescritto all'art. 26.

I vespai in laterizi saranno valutati a mq di superficie dell'ambiente.

I vespai di ciottoli o pietrame saranno invece valutati a mc di materiale in opera.

17 - Pavimenti

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto all'articolo 42, escluso il sottofondo che verrà invece pagato a parte, per il suo volume effettivo in opera, in base al corrispondente prezzo di elenco.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.

18 - Rivestimenti di pareti

I rivestimenti in piastrelle o in mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo a mq sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i prezzi speciali di raccordo, gusci, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire e per la stuccatura finale dei giunti.

19 - Posa in opera dei marmi, pietre naturali ed artificiali

I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici od ai volumi, dei materiali in opera, determinati con i criteri di cui al presente articolo, comma 9.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme di posa, prescritte all'art. 61 del presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi di posa specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinito dopo la posa in opera, escluse solo le prestazioni dello scalpellino e del marmista per i ritocchi ai pezzi da montarsi, solo quando le pietre o marmi non fossero forniti dall'Appaltatore stesso.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento e, dove richiesto, un incastro perfetto.

Il prezzo previsto per la posa dei marmi e pietre, anche se la fornitura e' affidata all'Appaltatore, comprende altresì l'onere dell'eventuale posa in diversi periodi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti all'Appaltatore dalla stazione appaltante, con ogni inerente gravame per spostamento di ponteggi e di apparecchi di sollevamento.

20 - Intonaci

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi cm 5. Varranno sia per superfici piane, che curve.

L'esecuzione di gusci di raccordo se richiesti negli angoli tra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a cm. 15, E' pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci e' compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore maggiore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di cm 15 saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore a mq 4, valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

La superficie di intradosso delle volte, di qualsiasi forma e monta, verra' determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per il coefficiente 1,20. Nessuno speciale compenso sara' dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

L'intonaco dei pozzetti d'ispezione delle fognature sara' valutato per la superficie delle pareti senza detrarre la superficie di sbocco delle fogne, in compenso delle profilature e dell'intonaco

sulle grossezze dei muri.

21 - Decorazioni

Le decorazioni, a seconda dei casi, verranno misurate a metro lineare o a metro quadrato. I prezzi delle cornici, delle fasce e delle mostre si applicano alla superficie ottenuta moltiplicando lo sviluppo lineare del loro profilo retto (esclusi i pioventi ed i fregi) per la lunghezza della loro membratura piu' sporgente. Nel prezzo stesso e' compreso il compenso per la lavorazione degli spigoli.

A compenso della maggiore fattura dei risalti, la misura di lunghezza verra' aumentata di m 0,40 per ogni risalto. Sono considerati risalti solo quelli determinati da lesene, pilastri e linee di distacco architettonico che esigano una doppia profilatura, saliente o rientrante.

I fregi ed i pioventi delle cornici, con o senza abbozzatura, ed anche se sagomati e profilati, verranno pagati a parte con i corrispondenti prezzi di elenco.

I bugnati, comunque gettati, ed i cassettonati, qualunque sia la loro profondita', verranno misurati secondo la loro proiezione su di un piano parallelo al parametro di fondo, senza tener conto dell'aumento di superficie prodotto dall'oggetto delle bugne o dalla profondita' dei cassettonati.

I prezzi dei bugnati restano invariabili qualunque sia la grandezza, la configurazione delle bozze e la loro disposizione in serie (continua o discontinua).

Nel prezzo di tutte le decorazioni e' compreso l'onere per l'ossatura, sino a che le cornici, le

fasce e le mostre non superino l'aggetto di m 0,50; per l'abbozzatura dei bugnati, per la ritoccatura e il perfezionamento delle ossature, per l'arriciatura di malta, per l'intonaco di stucco esattamente profilato e levigato, per i modini, calchi, modelli, forme, stampe morte, per l'esecuzione dei campioni di opera e per la loro modifica a richiesta della Direzione dei lavori, ed infine per quanto altro occorre a condurre le opere in stucco perfettamente a termine.

22 - Tinteggiature, coloriture e verniciature

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri di cui agli articoli 54 e 55 (6) del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, ecc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

- a) per le porte, bussole e simili, si computera' due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra e allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro. E' compresa con cio' anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi o dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra o dello sguincio sara' eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- b) per le finestre senza persiane, ma con controportelli, si computera' tre volte la luce netta dell'infisso, essendo cosi' compensata anche la coloritura dei controportelli e del telaio (o cassettone);
- c) per le finestre senza persiane e senza controportelli si computera' una volta sola la luce netta dell'infisso, comprendendo con cio' anche la coloritura della soglia e del telaio (o cassettone);
- d) per le persiane comuni si computera' tre volte la luce netta dell'infisso, comprendendo con cio' anche la coloritura del telaio;
- e) per le persiane avvolgibili si computera' due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendendo con cio' anche la coloritura del telaio ed apparecchio a sporgere, salvo il pagamento a parte della coloritura del cassettoncino coprirullo;
- f) per il cassettone completo, tipo romano, cioe' con controportelli e persiane, montati su cassettone, si computera' sei volte la luce netta dell'infisso, comprendendo con cio' anche la coloritura del cassettone e della soglia;
- g) per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine per negozi, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo cosi' compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terra' conto alcuno nella misurazione;
- h) per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sara' computata una volta l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;
- i) per le opere in ferro ornate, cioe' come alla lettera precedente, ma con ornati ricchissimi, nonche' per le pareti metalliche e le lamiere stirate, sara' computata una volta e mezzo la loro superficie, misurata come sopra;
- l) per le serrande da bottega in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sara' computata tre volte la luce netta del vano, misurato, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con cio' compensato anche la coloritura della superficie con la vista;
- m) i radiatori dei termosifoni saranno pagati ad elemento, indipendentemente dal numero delle colonne di ogni elemento e dalla loro altezza.

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le faccie e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccialetti e simili accessori.

23 - Tappezzeria con carta

L'applicazione della carta fodera e da parati sarà misurata per la sola superficie della parete rivestita, senza cioè tener conto delle sovrapposizioni, e nel relativo prezzo è compreso ogni onere di cui al precedente art. 56.

24 - Posa in opera dei serramenti

La posa in opera dei serramenti, sia in legno che di leghe leggere, sempre quando sia effettuata indipendentemente dalla fornitura dei serramenti, sarà liquidata a superficie con i medesimi criteri di misurazione stabiliti per la fornitura degli infissi (7).

Per la posa di tutti i serramenti e simili strutture i prezzi di elenco comprensivi di tutti gli oneri di cui agli articoli 58, 59, 60 e 62 del presente Capitolato (escluse le opere di falegname e fabbro).

Il prezzo previsto nell'elenco è comprensivo inoltre dell'onere per l'eventuale posa in periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dalla stazione appaltante.

Per i serramenti avvolgibili (comprese le serrande metalliche) il prezzo a mq in luce degli stipiti compensa anche la posa del cassone di custodia e delle guide, delle cinghie, del raccogli-cinghia, anche incassati, delle molle compensatrici, oppure degli organelli di manovra, qualunque siano i tipi scelti dalla Direzione dei lavori.

Per le finestre con controportelli questi non si misurano a parte, essendo compresi nel prezzo di posa delle finestre.

La posa in opera dei serramenti in ferro (o altro metallo, esclusi quelli di leghe leggere) viene compensata a peso anziché a mq, ad esclusione delle serrande avvolgibili in metallo cancellotti riducibili e serrande a maglia, la cui posa in opera viene liquidata a mq di luce netta minima fra gli stipiti e le soglie.

25 - Lavori in legname

Nella valutazione dei legnami non si terrà conto dei maschi e dei nodi per le congiunzioni dei diversi pezzi, come non si dedurranno le relative mancanze od intagli.

Nei prezzi riguardanti la lavorazione o posizione in dei legnami è compreso ogni compenso per la provvista di tutta la chioderia, delle staffe, chiavetti, ecc., occorrenti, per gli sfridi, per l'esecuzione

delle giunzioni e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio, catene, cordami, malta, cemento, meccanismi e simili, e per qualunque altro mezzo provvisorio e lavoro per l'innalzamento,

trasporto e posa in opera.

La grossa armatura dei tetti verrà misurata a mc di legname in opera, e nel prezzo relativo sono comprese e compensate le ferramenta, la catramatura delle teste, nonché tutti gli oneri di cui al comma precedente.

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente.

Le persiane avvolgibili si computeranno aumentando la relativa luce netta di cm 5 in larghezza e cm 20 in altezza; le mostre e contromostre saranno misurate linearmente lungo la linea di massimo sviluppo, ed infine i controportelli e rivestimenti saranno anch'essi misurati su una sola faccia, nell'intera superficie vista.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, pomoli, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon

funzionamento, nonché di una mano di olio di lino cotto, quando non siano altrimenti lucidati o verniciati. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare, ai campioni approvati dalla Direzione dei lavori.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione, la posa in opera, sempre quando non sia pagata a parte, e la manutenzione per garantirne il perfetto funzionamento sino al collaudo finale.

26 - Lavori in metallo

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con posatura fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

Sono pure compresi e compensati:

- la esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le impiombature e suggellature, le malte ed il cemento, nonché la fornitura del piombo per le impiombature;

- gli oneri e le spese derivanti da tutte le norme e prescrizioni contenute nell'articolo 50;

- la coloritura con minio ed olio cotto, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso e tutto quanto è necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza.

Il particolare i prezzi delle travi in ferro a doppio T o con qualsiasi altro profilo, per solai, piattabande, sostegni, collegamenti, ecc., valgono anche in caso di eccezionale lunghezza grandezza o sezione delle stesse, e di tipi per cui occorre un'apposita fabbricazione.

Essi compensano, oltre il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso, tutte le forature, tagli, lavorazioni, ecc., occorrenti per collegare le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato, ovvero per applicare chiavi, coprichiavi, chiavarde, staffe, avvolgimenti, bulloni, chiodature, ecc., tutte le opere per assicurare le travi ai muri di appoggio, ovvero per collegare due o tre travi tra di loro, ecc., e qualsiasi altro lavoro prescritto dalla Direzione dei lavori per la perfetta riuscita dei solai e per fare esercitare alle travi la funzione di collegamento dei muri sui quali poggiano.

Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione ed ogni sfrido, è compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro, e la posa in opera dell'armatura stessa.

27 - Canali di gronda e tubi pluviali

I canali di gronda e i tubi pluviali in lamiera saranno misurati a m in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi non compresa nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e posa in opera di staffe e cravatte di ferro, che saranno pagate a parte coi prezzi di Elenco.

I prezzi dei canali e dei tubi di lamiera di ferro zincato comprendono altresì l'onere per la verniciatura con due mani di vernice ad olio di lino cotto, biacca e colori fini, previa raschiatura e pulitura con le coloriture che indicherà la Direzione dei lavori.

28 - Tubazioni in genere

I tubi di ghisa e quelli di acciaio saranno valutati a peso in rapporto al tipo approvato dalla Direzione dei lavori.

Il prezzo di tariffa per le tubazioni in ghisa o in acciaio compensa, oltre la fornitura degli elementi ordinari, dei pezzi speciali e della relativa posa in opera con suggellatura di canapa

catramta e piombo fuso e cianfrinato, anche la fornitura delle staffe della sezione di mm ..., di qualsiasi forma e lunghezza, occorrenti per fissare i singoli pezzi e così pure tutte le opere occorrenti per murare le staffe, nonché le prove a tenuta dei giunti.

Nella valutazione del peso si terrà conto soltanto di quello della tubazione, escluso cioè il peso del piombo e delle staffe, per i quali nulla verrà corrisposto all'Appaltatore, intendendosi essi compensati con il prezzo della ghisa o dell'acciaio.

Il prezzo di tariffa per le tubazioni in ghisa od acciaio vale anche nel caso che i tubi debbano venire inclusi nei getti di strutture in calcestruzzo; in tal caso esso è comprensivo di ogni onere relativo al loro provvisorio fissaggio nelle casseforme.

La valutazione delle tubazioni in gres e cemento-amianto, sia in opera che in semplice somministrazione, sarà fatta a m misurato lungo l'asse della tubazione, senza cioè tener conto delle compenetrazioni. I singoli pezzi speciali saranno ragguagliati all'elemento ordinario di pari diametro, secondo le seguenti lunghezze: curve, gomiti, e riduzioni: m 1; imbraghe semplici: m 1,25; imbraghe doppie ed ispezioni (tappo compreso): m 1,75; sifoni: m 2,75; riduzioni: m 1 di tubo del diametro più piccolo.

Il prezzo è comprensivo degli oneri derivanti dall'esecuzione di tutte le opere murarie occorrenti, dalla fornitura e posa in opera di mensole di ferro e grappe di sostegno di qualsiasi lunghezza. I tubi interrati poggieranno su sottofondo di calcestruzzo, da pagarsi a parte. Verrà pagato a parte anche lo scavo per i tubi di ghisa.

Per i tubi in cemento vale quanto detto per i tubi di gres e cemento-amianto. Il prezzo viene applicato alla tubazione posta in opera, completa della sigillatura a cemento dei giunti e delle grappe, pagandosi a parte l'eventuale sottofondo di calcestruzzo e lo scavo.

Per tutte indistintamente le tubazioni suddette si intenderanno compresi nei prezzi tutti gli oneri indicati negli articoli 52 e 53 del presente Capitolato.

Nel caso di sola posa in opera di tubi di qualsiasi genere, valgono le norme di cui sopra specificate per ogni tipo di tubo, ad eccezione di quelle relative alla fornitura dei tubi stessi.

29 - Vetri, cristalli e simili

La misura dei vetri e cristalli viene eseguita sulle lastre in opera, senza cioè tener conto degli eventuali sfrasi occorsi per ricavarne le dimensioni effettive. Il prezzo è comprensivo del mastice, delle punte per il fissaggio, delle lastre e delle eventuali guarnizioni in gomma, prescritte per i telai in ferro.

I vetri e i cristalli centinati saranno valutati secondo il minimo rettangolo ad essi circoscritto.

30 - Lavori compensati a corpo (6)

Per la valutazione di eventuali lavori a corpo si procederà nei modi fissati dal Regolamento di attuazione della Legge quadro in materia di Lavori Pubblici approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554. Nel prezzo fissato a corpo si intenderà sempre compreso ogni e qualsiasi onere per dare il lavoro da eseguire perfettamente ultimato.

I lavori a corpo sono annotati su apposito libretto delle misure, sul quale, in occasione di ogni stato d'avanzamento e per ogni categoria di lavorazione in cui il lavoro è stato suddiviso, viene registrata la quota percentuale dell'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevabile dal capitolato speciale d'appalto, che è stata eseguita.

In occasione di ogni stato d'avanzamento la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione che è stata eseguita viene riportata distintamente nel registro di contabilità.

Le progressive quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni che sono eseguite sono desunte da valutazioni autonomamente effettuate dal direttore dei lavori, il quale può controllare l'attendibilità attraverso un riscontro nel computo metrico-estimativo dal quale le aliquote sono state dedotte. Tale computo peraltro non fa parte della documentazione contrattuale.

La tenuta dei libretti delle misure è affidata al direttore dei lavori, cui spetta eseguire la misurazione e determinare la classificazione delle lavorazioni; può essere, peraltro, da lui

attribuita al personale che lo coadiuva, sempre comunque sotto la sua diretta responsabilità. Il direttore dei lavori deve verificare i lavori, e certificarli sui libretti delle misure con la propria firma, e cura che i libretti o i brogliacci siano aggiornati e immediatamente firmati dall'appaltatore o del tecnico dell'appaltatore che ha assistito al rilevamento delle misure.

L'appaltatore è invitato ad intervenire alle misure. Egli può richiedere all'ufficio di procedervi e deve firmare subito dopo il direttore dei lavori. Se l'appaltatore rifiuta di presenziare alle misure o di firmare i libretti delle misure o i brogliacci, il direttore dei lavori procede alle misure in presenza di due testimoni, i quali devono firmare i libretti o brogliacci suddetti. I disegni, quando siano di grandi dimensioni, possono essere compilati in sede separata. Tali disegni, devono essere firmati dall'appaltatore o dal tecnico dell'appaltatore che ha assistito al rilevamento delle misure o sono considerati come allegati ai documenti nei quali sono richiamati e portano la data e il numero della pagina del libretto del quale si intendono parte. Si possono tenere distinti libretti per categorie diverse lavorazioni lavoro o per opere d'arte di speciale importanza.

31 - Mano d'opera

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore e' obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

32 - Noleggi

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilita' e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea pel trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorre, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a pie' d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioe' anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attivita' di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese pel trasporto a pie' d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verra' corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

33 - Trasporti

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare e' fatta, a seconda dei casi, a volume od a peso, con riferimento alla distanza.

34 - Materiali a pie' d'opera o in cantiere

Tutti i materiali in provvista saranno misurati con metodi geometrici, con le prescrizioni indicate qui appresso, ovvero nei vari articoli del presente Capitolato.

a) Calce in pasta - La calce in pasta sara' misurata nelle fosse di spegnimento od in cassa parallelepipeda, dopo adeguata stagionatura.

b) Pietra e marmi - Le pietre e marmi a pie' d'opera saranno valutati a volume, applicando il prezzo al volume del minimo parallelepipedo retto circoscrivibile a ciascun pezzo.

Le lastre, i lastroni, ed altri pezzi da pagarsi a superficie saranno valutati:

- in base al minimo rettangolo circoscrivibile quando trattasi di elementi isolati (soglie, stipiti, copertine, ecc.);

- in base alla superficie effettiva, dopo il collocamento in opera, senza tener conto degli sfrasi relativi a ciascun pezzo, quando trattasi di materiali per pavimenti e rivestimenti.

Con i prezzi dei marmi in genere s'intende compensata, salvo contrario avviso, la lavorazione delle facce viste a pelle liscia, la loro arrotatura e pomiciatura.

c) Legnami - Il volume e la superficie dei legnami saranno computati in base alle lunghezze e sezioni ordinate, intendendosi compreso nei prezzi stessi qualunque compenso per spreco di legname e per la sua riduzione alle esatte dimensioni prescritte.

Per i legnami rotondi e grossamente squadrati, il volume e' dato dal prodotto della lunghezza minima per la sezione di mezzeria.

Le assicelle, le tavole, i tavoloni, i panconi, si misureranno moltiplicando la larghezza di mezzeria per la lunghezza minima.

NOTE

(1) Nel caso che l'Amministrazione si avvalga della facolta' di eseguire in economia gli esaurimenti e prosciugamenti dei cavi, pagando a parte questo lavoro, l'escavo entro i cavi cosi' prosciugati verra' pagato come gli scavi di fondazione all'asciutto od in presenza di acqua, indicati alla lettera b), applicando i prezzi relativi a questi scavi per ciascuna zona, a partire quindi, in questo caso, dal piano di sbancamento.

(2) Omissis.

(3) Nel caso di demolizioni che interessano interi fabbricati potranno essere anche fissati a mc vuoto per pieno.

(4) Sempreche' non sia diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame (calcestruzzi, conglomerati, ecc., nei quali casi si applicheranno prezzi separati per il nucleo e per il paramento), tutte le murature, tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura greggia, ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovra prezzi stabiliti secondo le specie di paramento prescritto ed eseguito.

(5) Per infissi di fatture, dimensioni e peso costanti la posa potra' essere liquidata per unita'.

(6) In questo titolo potranno trovar posto tutte le prescrizioni relative alla valutazione dei lavori compensati a corpo.