

Progetto S.I.MO.NE.

Definizione del protocollo di comunicazione

Riassunto	Documento di definizione del protocollo di comunicazione per lo scambio dati tra le flotte di veicoli, il centro servizi ed i centri locali di controllo della mobilità. Documento contenente le specifiche tecniche di dettaglio necessarie agli sviluppi software dei protocolli di comunicazione.
Versione	4.0
Data pubblicazione	15/07/2014
Numero di pagine	49

	Nome	Ruolo	Società/Ente
Autori	Fabrizio Arneodo	R&D Program Manager	5T S.r.l.
	Massimo Coccozza	Project Manager	
	Davide Gastaldi	Project Manager	
	Rafael Aguilar	Project Manager	
	Giandomenico Gagliardi	Subject Matter Expert	
	Alessandro Taddei	Subject Matter Expert	Infoblu S.p.A.
	Eugenio Morello	Subject Matter Expert	CSST S.p.A.
Francesco Di Corpo	Subject Matter Expert	Tema.mobility	

Revision history

Versione Protocollo	Principali cambiamenti
1.0	<p>Prima versione ufficiale del Protocollo e degli schemi XSD:</p> <ul style="list-style-type: none"> - traffic_data (ver. 1.2) - Scambio dati FCD e derivati - traffic_info (ver. 1.0) - Eventi di Traffico - EdT - access_control (ver. 1.0) - Informazioni ZTL
2.0	<p>traffic_data (ver. 1.4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - definizione di un nuovo blocco ComplexType denominato <i><PK_type></i>, per lo scambio delle informazioni sullo stato in tempo reale dei parcheggi - definizione di un nuovo ComplexType denominato <i><speedFlowType></i>, con attributi <i><VehicleType></i>, <i><flow></i>, <i><speed></i> e <i><harmsspeed></i> - definizione di un nuovo blocco ComplexType denominato <i><FDT_type></i>, per lo scambio delle informazioni relative a flussi di traffico e velocità misurati o calcolati in tempo reale in una sezione di misura, espresse tramite l'elemento <i><speedflow></i> di tipo <i>speedFlowType</i>
3.0	<p>traffic_info (ver. 1.2):</p> <ul style="list-style-type: none"> - aggiunta al blocco <i><EVTS_RECORD_ROAD></i> del nuovo elemento <i><SITUATION_ID></i> (identificativo della <i>Situation</i> Datex di riferimento) - aggiunta del nuovo attributo <i><offset></i> (distanza dal punto TMC) agli elementi <i><LOC_SEC></i> e <i><LOC_PRI></i> - revisione delle descrizioni degli attributi <p>traffic_data (ver. 1.6):</p> <ul style="list-style-type: none"> - definizione di un nuovo blocco ComplexType denominato <i><TLigth_type></i>, per lo scambio delle informazioni in tempo reale relative allo stato, al tempo medio di ciclo e alla percentuale media di verde dei semafori (anche non gestiti da un sistema UTC) - definizione di un nuovo blocco ComplexType denominato <i><TState_type></i>, per lo scambio delle informazioni in tempo reale relative allo stato desiderato o previsto sulla rete stradale, riferiti a RA o a TMC (anche non calcolati da un sistema di supervisione del traffico) - definizione di un nuovo SimpleType denominato <i><Diagnostic_Type></i>, con valori consentiti "ok", "warning", "down" per lo scambio di

	<p>informazioni relative allo stato diagnostico degli apparati su strada</p> <ul style="list-style-type: none"> - aggiunta ai blocchi ComplexType <code><FDT_type></code> e <code><TLigth_type></code> dell'attributo <code><diagnostic></code> di tipo <code>Diagnostic_Type</code>
4.0	<p>traffic_info (ver. 1.4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - aggiunta all'header dell'XML dei nuovi attributi <code><schema_version></code> (versione dello schema; opzionale, default = "1.4") e <code><supplier></code> (identificativo del fornitore dei dati) - aggiunta al blocco <code><EVTS_RECORD_ROAD></code> del nuovo elemento <code><source></code> (identificativo dell'ente che ha validato l'evento) e dell'attributo <code>minOccurs="0"</code> - revisione generale dello schema e delle descrizioni degli attributi e razionalizzazione della proprietà <i>optional/required</i> degli attributi <p>traffic_data (ver. 1.8):</p> <ul style="list-style-type: none"> - aggiunta all'header dell'XML del nuovo attributo <code><schema_version></code> (versione dello schema; opzionale, default = "1.8") - definizione di un nuovo ComplexType denominato <code><POI_Type></code>, con attributi <code><POI_Class></code>, <code><lat></code>, <code><lng></code> e <code><Description></code> - aggiunta all'esistente blocco ComplexType <code><PK_TYPE></code> del nuovo attributo <code><Access></code> (0..n) di tipo <code>POI_Type</code> per esporre informazioni relative a posizione e tipologia di tutti accessi ad un parcheggio - aggiunta dell'attributo <code>minOccurs="0"</code> a tutti gli elementi della prima choice definita nello schema - revisione generale dello schema e delle descrizioni degli attributi e razionalizzazione della proprietà <i>optional/required</i> degli attributi <p>access_control (ver. 1.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - aggiunta all'header dell'XML del nuovo attributo <code><schema_version></code> (versione dello schema; opzionale, default = "1.1") - revisione generale dello schema - attribuzione del tipo <code>dateTime</code> per gli attributi <code><start_date></code> e <code><end_date></code> dell'elemento <code><access_policy></code> e <code><point></code> - attribuzione del tipo <code>decimal</code> per gli attributi <code><lat></code> e <code><lng></code> dell'elemento <code><point></code> (elemento del blocco <code><polyline></code>)

Sommario

Definizioni ed acronimi.....	5
Riferimenti	5
1. Introduzione	6
Stima del traffico stradale da FCD – Principi generali	7
Stima del traffico stradale da localizzazione statistica cellulare.....	9
2. Tipologia dei dati	10
Sistemi di riferimento	10
La tipologia dei dati.....	12
3. Definizione del protocollo di scambio dati.....	22
Scambio dati FCD e derivati	22
Scambio eventi di traffico.....	35
Scambio informazioni ZTL	38
Scambio Flussi di Traffico (FdT)	40
Informazioni sui parcheggi (PK).....	42
Scambio dati fasi semaforiche (TLight).....	44
Scambio dati sullo stato del traffico, attuale e previsto (TState).....	45
Appendice A	46
xsd-schema del protocollo scambio dati di traffico	46
Appendice B	47
xsd-schema del protocollo scambio messaggi informativi di traffico.....	47
Appendice C	48
xsd-schema del protocollo Informazioni sul controllo accessi ZTL	48
Appendice D – Valori ammissibili per il tipo vehicle_type	49
CLASSIFICAZIONE INTERNAZIONALE DEI VEICOLI A MOTORE.....	49

Definizioni ed acronimi

Acronimo	Definizione
S.I.MO.NE.	Sistema Innovativo di gestione della MObilità per le aree metropolitaNE
FCD	Floating Car Data
Matrice O/D	Matrice Origine Destinazione
RD	Raw Data
MRD	Map-Matched Raw Data
TDP, (TT)	Tempi Di Percorrenza, (Travel Time)
OD	Numero di viaggi tra zona Origine e zona Destinazione
EdT	Eventi di Traffico
WGS84	World Geodetic System 1984
GPS	Global Positioning System
PVT	Position, Velocity, Time
HDOP	Horizontal dilution of precision
CSV	Centro Servizi Veicoli
OBU	On Board Unit
ZTL	Zone a Traffico Limitato
TMC	Traffic Message Channel
TIC	Traffic Information Center
TCC	Traffic Control Center

Riferimenti

Riferimento	Descrizione
[1]	Estratto piano esecutivo progetto S.I.MO.NE.

1. Introduzione

Obiettivo del presente documento è la definizione di un protocollo standard che consenta la comunicazione tra i centri di controllo delle flotte, i Centri Servizi Veicoli (nel seguito CSV) e i Centri di Controllo Locale della Mobilità.

Con riferimento alla Figura 1, che illustra l'architettura del progetto S.I.MO.NE., il presente documento descrive il protocollo di comunicazione indicato con i numeri 1 e 3.

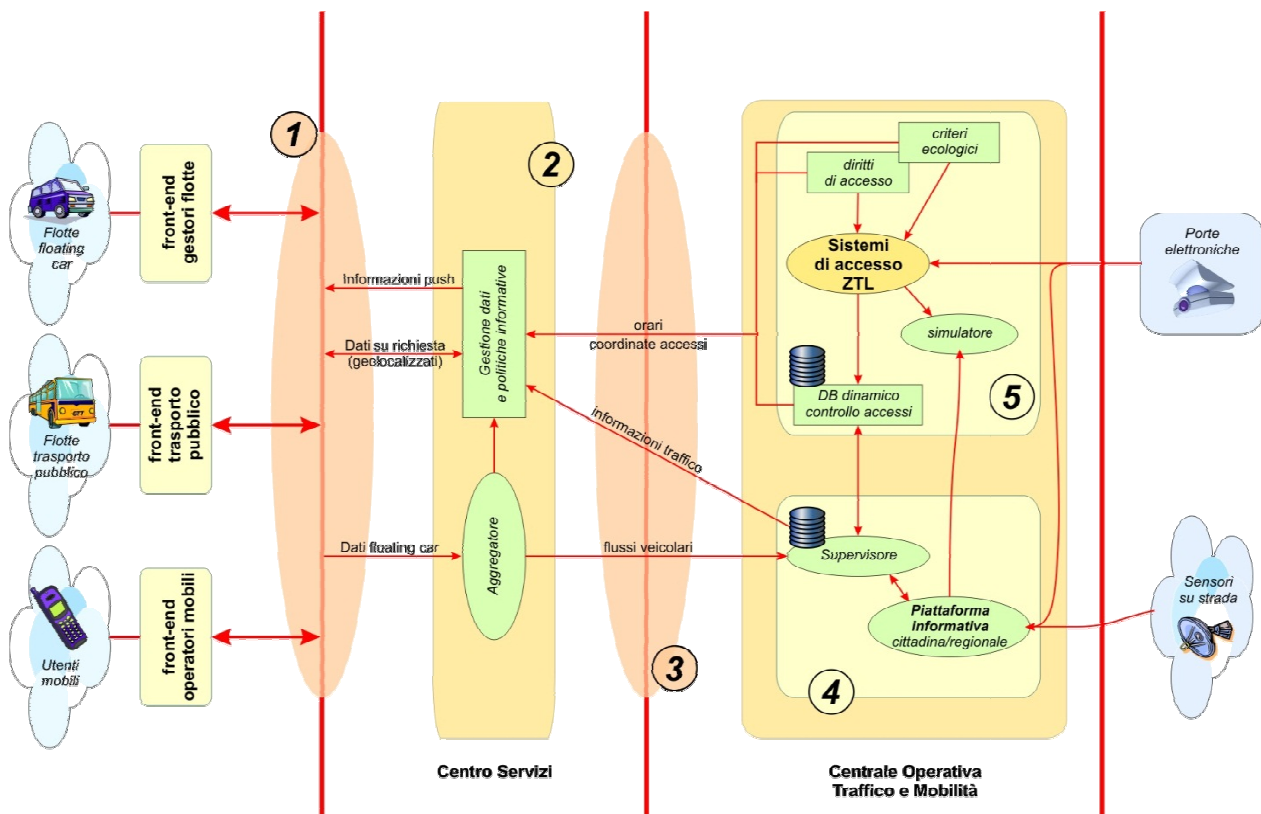


Figura 1 – Architettura progetto S.I.MO.NE.

La comunicazione (1) tra i centri di controllo delle flotte (front end) ed il Centro Servizi Veicoli è bidirezionale; i centri di controllo delle flotte trasferiscono i dati FCD verso il Centro Servizi Veicoli mentre quest'ultimo restituisce dati di traffico elaborati, eventi di traffico e informazioni sulle ZTL.

Anche la comunicazione (3) tra il Centro Servizi Veicoli e la Centrale Operativa Traffico e Mobilità è bidirezionale; il Centro Servizi Veicoli invia dati di traffico elaborati a partire dagli FCD (tempi di viaggio sugli archi della cartografia/grafico di riferimento) mentre la Centrale Operativa Traffico e Mobilità restituisce gli eventi e gli stati del traffico nonché le informazioni sulle ZTL.

Il capitolo 2 del presente documento fornisce le definizioni delle tipologie di dati previste dal protocollo.

Il protocollo definito all'interno di questo documento comprende tutti i flussi previsti dall'architettura che nella sua prima stesura erano indicati con le codifiche 2a – 2b e 3a – 3b ricalcando la

numerazione utilizzata nella figura 1 ed utilizzando la lettera “a” per indicare un verso e quella “b” per indicare il verso opposto.

Al fine di agevolare la lettura del documento, nei paragrafi successivi sono brevemente illustrati i principi generali su cui si basano le metodologie di stima delle variabili di traffico a partire da dati di velocità e posizione di oggetti in movimento sulla rete viaria (automobili equipaggiate con FCD o veicoli il cui conducente/passeggero ha una SIM telefonica attiva).

Stima del traffico stradale da FCD – Principi generali

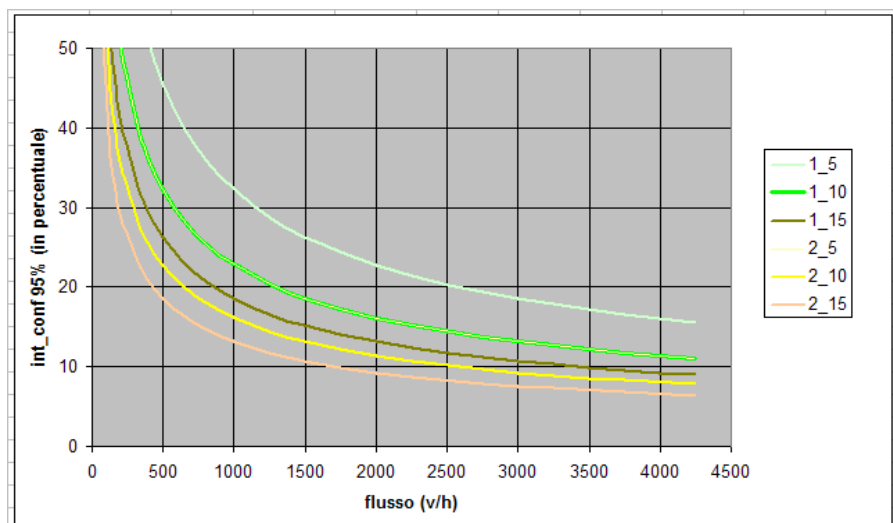
L’idea di utilizzare i veicoli in movimento sulla rete stradale per ottenere delle informazioni relative al traffico risale a più di 10 anni fa. Al di là dei problemi legati alla acquisizione dei dati a bordo veicolo ed alla loro trasmissione a terra la principale difficoltà nel passato era legata alla possibilità realistica di avere “numeri” di veicoli adeguati per far sì che la rilevazione del traffico fosse sufficientemente accurata. Oggi la tecnologia e l’evoluzione del mercato dei dispositivi a bordo veicolo fanno sì che i “numeri” siano adeguati e quindi che il metodo delle FCD sia una valida alternativa, o meglio una ottima integrazione dei dati tradizionalmente ottenuti con i sensori fissi (spire, radar, ecc.).

Qui di seguito si forniscono alcuni elementi utili per giudicare il livello di accuratezza delle stime di traffico ottenibili elaborando i dati FCD in funzione della quantità di veicoli FCD presenti nel traffico.

Le analisi sono state effettuate da CSST. Qui si riportano le conclusioni. Per i dettagli sono disponibili report tecnici specifici.

E’ innanzitutto essenziale distinguere i due obiettivi che generalmente ci si pone legati all’uso dei dati FCD. Il primo fa riferimento alla stima del TDP su tratti stradali predefiniti; il secondo alla possibilità di rilevare “eventi” di congestione/rallentamento nel più breve tempo possibile.

Considerando il primo obiettivo: stima del TDP, è evidente che a influenzare la bontà della stima sono essenzialmente quattro variabili: la variabilità intrinseca della misura, il livello di flusso della tratta di cui si vuole stimare il TDP, la quantità di FCD (in % del flusso) disponibili e l’intervallo temporale DT rispetto al quale si voglia stimare il TDP stesso. Il grafico che segue mette in relazione queste variabili con il livello di accuratezza della stima, quantificato a sua volta dalla ampiezza dell’intervallo di confidenza della stima della media. Il valore è in percentuale così risulta facilmente leggibile.



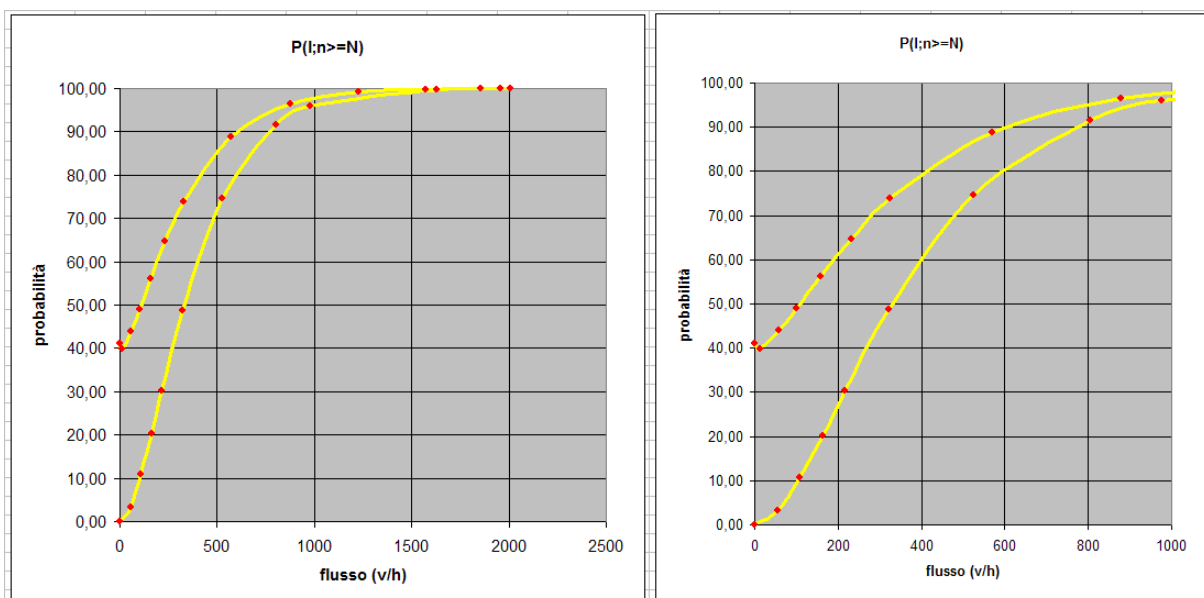
Le diverse curve presenti sono ottenute ipotizzando una variabilità delle misure del TDP abbastanza elevata e pari al 15% (valore riscontrato durante le attività di rilevazione dei TDP per la calibrazione dei modelli di traffico a Torino nel 2009); le curve sono poi denominate con un codice x_y in cui x è la percentuale di FCD e y è il DT. Il grafico quindi ci dice, ad esempio, che considerando il 2% di FCD e un intervallo di osservazione di 15' l'ampiezza dell'intervallo di confidenza della stima della media è inferiore al 20% per flussi superiori ai 430 v/h e diventa inferiore al 10% per flussi di poco superiori ai 1700 v/h.

Se si considera invece il secondo obiettivo, ovvero la capacità di rilevare un evento di "anomalia" nel traffico allora l'approccio è un poco più complesso e richiede di considerare la probabilità che un evento che accade casualmente sulla rete sia "intercettato" da veicoli FCD. In questo caso si dovrà valutare la probabilità di osservare uno o più veicoli FCD in funzione ancora della intensità del flusso e dell'intervallo di tempo DT rispetto al quale si vogliono avere le informazioni FCD.

In questo caso è opportuno fare riferimento alla "fisica" del traffico ovvero a quelle che sono le relazioni fra le variabili caratteristiche del traffico stesso (intensità del flusso, velocità, densità) che sono poi sintetizzate nel "Diagramma Fondamentale" ben noto agli ingegneri del traffico come strumento di analisi della prestazione di una sezione stradale. Per semplicità qui nel seguito si fa riferimento a tratte stradali tipicamente a "flusso ininterrotto" (autostrade e strade extraurbane), ma le conclusioni sono sostanzialmente valide anche per tratte urbane.

La figura che segue riporta il grafico che fornisce la probabilità di osservare almeno 2 FC su una corsia in funzione del flusso transitante. Il grafico è ottenuto ipotizzando una percentuale di floating car (FCD) del 2%, un intervallo di "osservazione" di 15' e una lunghezza della tratta stradale di 500 m.

Come si può leggere nel grafico la probabilità che su un tratto stradale di 500 m dove vi transiti un flusso di 600 v/h per corsia si verifichi il passaggio di 2 FCD in 15' è pari all'80% se il flusso è in condizioni "stabili" (fluido); la percentuale sale al 90% se lo stesso flusso è in condizioni di "instabilità" (congestionato).



Per meglio inquadrare le cifre è opportuno ricordare che in un contesto urbano, come ad esempio quello di Torino, il flusso medio durante l'intera giornata (dalle 7 alle 20) è di circa 300 Vei/h, mentre in ora di punta è di circa 500 Veic/h. Un terzo della rete ha flussi superiori ai 400 Vei/h.

Stima del traffico stradale da localizzazione statistica cellulare – Principi generali

Per la stima del traffico stradale e' possibile impiegare anche sistemi che utilizzano informazioni provenienti dalla rete cellulare. Ciò ha il vantaggio di non richiedere infrastrutture "stradali" aggiuntive, come sensori, telecamere o ricevitori GPS montati su veicoli. Tali sistemi consentono di produrre stime del traffico ovunque sia presente una copertura cellulare. Questa metodologia di raccolta e stima dei dati di traffico ha un impatto nullo sui terminali d'utente, non richiede alcun hardware specifico sul terminale né richiede l'installazione su di esso di alcun client software però richiede che l'infrastruttura della rete cellulare sia adeguata al fine di raccogliere informazioni aggiuntive, operazione che prevede significativi investimenti da parte dei gestori della rete stessa.

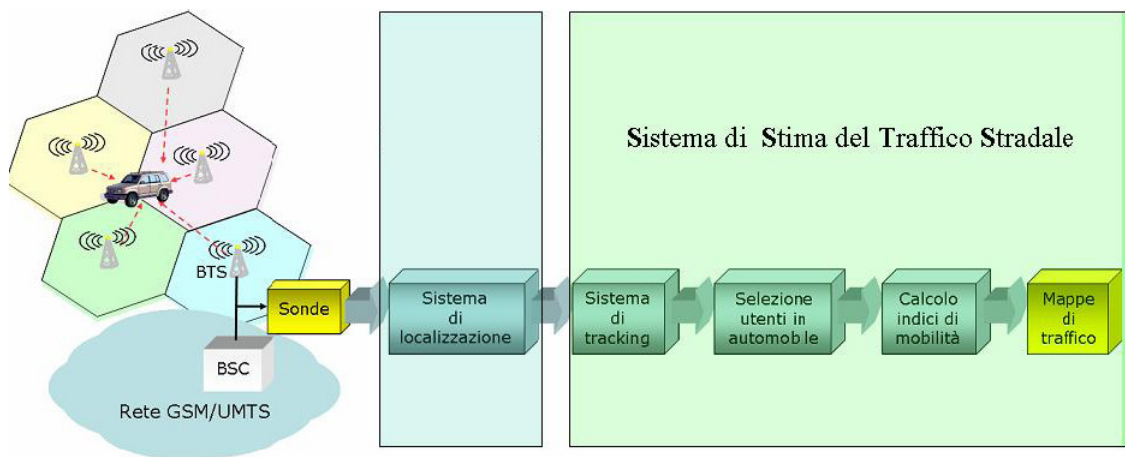


Figura 2 – Architettura

Tali sistemi si basano sulla segnalazione generata dai terminali in comunicazione e sulla necessità che la rete radiomobile, sia essa GSM che UMTS, ha di conoscere la posizione dei terminali al fine di gestirne la mobilità e la continuità della chiamata quando un terminale transita da una cella ad un'altra.

Facendo riferimento alla figura 2 il flusso che permette il passaggio dalla segnalazione generata dai terminali radiomobili alla generazione delle stime dei tempi di percorrenza è il seguente:

- le sonde raccolgono in modo passivo la segnalazione che transita sull'interfaccia di segnalazione (per il GSM sull'interfaccia Abis).
- la segnalazione raccolta dalle sonde viene trasferita in tempo reale ad un sistema di localizzazione.
- gli eventi localizzati sono inviati in tempo reale al sistema di stima del traffico che effettua il tracking anonimo delle chiamate, individua gli utenti in movimento su veicolo e stima i tempi di percorrenza e la velocità media sulle strade.

La procedura di tracking utilizza le posizioni successive relative alla stessa chiamata ed attraverso dei filtri calcola una nuova sequenza di punti migliorando la stima della traiettoria e determinando la velocità del terminale. I tracciati delle chiamate vengono elaborati da filtri di selezione basati sulla velocità media e allo spostamento del terminale nel periodo di osservazione, in questo modo sono individuati i tracciati di chiamate di terminali in mobilità. Per terminale in mobilità si intende un terminale in movimento su un veicolo. Selezionati i soli tracciati che si riferiscono ad utenti in movimento arricchiti con l'informazione della velocità ed una posizione più precisa dal tracking si passa alla generazione delle mappe di traffico.

2. Tipologia dei dati

La presente sezione definisce la nomenclatura dei tipi di dato, il loro contenuto e i sistemi di riferimento utilizzati per la georeferenziazione dei dati.

Il protocollo prevede le seguenti tipologie di dati:

- RD (Raw Data)
- MRD (Map-matched Raw Data)
- TDP (Tempi di percorrenza)
- OD (Matrici Origine Destinazione dei viaggi)
- EdT (Eventi di Traffico)
- ZTL (Zona a Traffico Limitato)
- FdT (Flussi di Traffico)
- PK (Parcheggi)
- TLight (Dati delle fasi semaforiche)
- TState (Stato del traffico)

Sistemi di riferimento

Le tipologie di dati trattati rappresentano delle grandezze legate alla rete stradale e che necessitano di essere referenziate rispetto a dei sistemi di riferimento cartografico. Un sistema di riferimento è necessario per la corretta acquisizione dei dati dalle vetture, per la loro elaborazione, utilizzo e visualizzazione; in particolare l'elaborazione dei dati non può prescindere dall'utilizzo di un grafo georiferito.

WGS84

Il sistema di riferimento più semplice è quello adottato per la gestione dei dati RD e ZTL ed è costituito dalle **coordinate geografiche**, riferite al sistema World Geodetic System 1984 (WGS84) che definisce l'ellissoide di riferimento utilizzato dal sistema GPS per il calcolo delle posizioni.

Grafi di riferimento

Nel caso di dati MRD, TDP ed EdT il sistema di riferimento è più complesso ed è necessario riferirsi ad un **grafo**.

Il grafo che viene individuato come **grafo di riferimento**, può essere proprietario (ovvero definito in seno ai centri di controllo), commerciale (ad es. Navteq, Teleatlas), standard nazionale (TMC), in ogni caso tale grafo deve essere condiviso tra gli attori che utilizzano il protocollo per lo scambio dati.

Se il grafo di riferimento è già condiviso tra i soggetti, la trasmissione dei dati potrà avvenire

riferendo i dati ad elementi cartografici (nodi ed archi) noti, rendendo la codifica e la successiva trasmissione più veloce e meno onerosa. I riferimenti cartografici saranno individuati da codici di tabelle già condivise e non sarà necessario inviare ad ogni trasmissione tutti gli elementi caratterizzanti il grafo di riferimento. Sarà compito dei soggetti coinvolti garantire il costante allineamento delle versioni del grafo. Questa è la soluzione adottata per lo sviluppo del protocollo oggetto di questo documento.

Nel caso in cui il grafo non sia esplicitamente condiviso dai soggetti, i dati salienti dello stesso (nodi ed archi) dovranno essere trasferiti unitamente alle misure ad essi associate. In questo modo il protocollo permette una trasmissione di dati auto-consistente (è possibile ricostruire il grafo di volta in volta senza preoccuparsi della versione) ma estremamente inefficiente dal punto di vista della mole di dati da trasferire dato che si devono inviare tutte le volte gli elementi cartografici.

Si fa notare che per l'utilizzo dei dati RD è necessario che questi siano mappati sul grafo utilizzato per le elaborazioni. Per poter riferire gli RD agli archi del grafo si utilizzano funzioni di map-matching (attribuzione dei punti RD all'arco del grafo) che richiedono che la forma geometrica ("shape") dell'arco del grafo utilizzato sia descritta con un conveniente numero di punti intermedi; numero tanto più elevato quanto più l'arco è tortuoso. Questo comporta che il livello di dettaglio dello "shaping" debba essere del tutto analogo a quello delle mappe cartografiche per i navigatori (TeleAtlas, o NAVTEQ).

Grafo TMC

Il Database TMC (Traffic Message Channel) è un elenco di tabelle che "descrivono" una rete stradale, tramite un insieme di "punti" e strade. Un "punto" del database TMC corrisponde ad un punto ben definito sulla rete stradale, rispetto al quale vengono riferiti gli "eventi" (code, rallentamenti ecc) che accadono sulle strade presenti nel database. Maggiore è il numero di punti e strade inserite nel database TMC, maggiore è il dettaglio con cui possono essere fornite le informazioni sulla mobilità.

Il database TMC associa un codice numerico univoco ad ogni punto stradale, in questo modo trasmettendo il solo codice numerico tutti i TIC (Traffic Information Center) e TCC (Traffic Control Center), nonché tutti i servizi di infomobilità di uno stato, possono capire esattamente a quale località e su quale strada l'evento si colloca.

I database TMC degli stati dell'Unione sono stati realizzati seguendo gli standard CEN ne consegue che ogni apparato in grado di utilizzare un database TMC può indifferentemente impiegare quello di qualunque stato (Italia, Germania, ecc.), questo permette, ad esempio, ad un ricevitore RDS-TMC abilitato (impiegando la chip card della Nazione), di ricevere le informazioni stradali attinenti al paese in cui l'automobilista si trova in quel momento.

Attualmente il Database TMC Italia consta di punti prevalentemente collocati sulla TERN (Trans European Road Network) italiana, che include tutte le strade a maggior intensità di traffico. Il database è emesso sotto la responsabilità del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed è pubblicamente disponibile.

La tabella che segue riporta l'insieme minimo di dati necessario a definire il grafo di riferimento.

Nome	Descrizione
<i>LCD 1</i>	codice primo punto (punto origine)
<i>Lat</i>	Latitudine WGS84
<i>Long</i>	Longitudine WGS84
<i>LCD 2</i>	codice secondo punto (punto destinazione)
<i>Lat</i>	Latitudine WGS84
<i>Long</i>	Longitudine WGS84
<i>Lunghezza</i>	Lunghezza [m]
<i>Toponomastica</i>	Nome via arco LCD1-LCD2 e nome via di almeno una via incidente per ciascun LCD.
<i>Shape</i>	Insieme dei punti che descrivono la forma geometrica dell'arco.

Tabella 1 - Struttura dati del grafo

Zonizzazione per matrici OD

Il territorio fisico sul quale si espletano la domanda e l'offerta di trasporto si assume suddiviso in unità discrete (zone di traffico) alle quali sono riferite tutte le grandezze relative a quella porzione di territorio. Si assume inoltre che i punti di partenza ed arrivo di tutti gli spostamenti che interessano una zona siano concentrati in un unico punto fittizio detto centroide di zona.

La Zona di traffico è una porzione di territorio con caratteristiche omogenee rispetto alle attività, all'accessibilità, alle infrastrutture ed ai servizi di trasporto mentre il centroide è un punto del territorio rappresentativo del baricentro delle masse degli spostamenti di origine e destinazione di una zona di traffico.

I dati sui viaggi (OD) tra le coppie origine destinazione di seguito descritti, prevedono che venga effettuata una zonizzazione del territorio su cui i dati insistono.

Ad ogni zona viene assegnato un codice (*lcd - location code*) univoco che identifica la zona. La codifica delle zone fa parte integrante del grafo di riferimento condiviso fra gli attori.

La tipologia dei dati

2.1.1 Raw Data (RD)

Tali dati sono costituiti essenzialmente dalle informazioni di posizione e velocità associate al tempo a cui sono riferite. I dati RD sono definiti a partire dalle informazioni PVT (position, velocity, time) rese disponibili, nel formato standard NMEA 0183 dai ricevitori GPS

Le OBU al fine di ridurre i costi di trasmissione (GPRS) utilizzano solo parte dei dati prodotti dai GPS ed inviano al proprio centro di gestione flotta solo il dato PVT, la direzione e l'indice di precisione HDOP.

Ai dati di base ottenuti dal GPS, si aggiungono le informazioni che l'OBU è in grado di calcolare o reperire da ulteriori sistemi di misura a bordo e gli eventi rilevati al momento dell'acquisizione della posizione GPS.

I dati RD possono riferirsi sia ai dati FCD provenienti da vetture “private” (autovetture) sia ai dati FCD generati dai mezzi delle flotte di trasporto pubblico (bus) e delle flotte commerciali. La tipologia di veicoli che generano gli FCD sono distinte tramite l'attributo *vehicle_type*, in questo modo risulta possibile trattare i dati per classi omogenee (ad es. trasporto privato, merci e trasporto pubblico). Particolare importanza viene data alla possibilità di raccogliere i dati provenienti dalle flotte di trasporto pubblico vista la crescente diffusione dei sistemi AVM.

La tabella riporta l'elenco delle informazioni veicolate dal protocollo.

Nome	Descrizione
<i>veh</i>	Identificativo anonimo del veicolo.
<i>timestamp</i>	Istante di tempo cui i dati sono riferiti.
<i>lat</i>	Latitudine rilevata rispetto a WGS84.
<i>lng</i>	Longitudine rilevata rispetto a WGS84.
<i>alt</i> [opzionale]	Altitudine rilevata rispetto a WGS84.
<i>bearing</i> [opzionale]	Direzione del moto rispetto al Nord geografico.
<i>Speed</i> [opzionale]	Velocità istantanea [km/h].
<i>hdop</i> [opzionale]	Indice di precisione del <i>fix</i> GPS.
<i>event</i>	Evento che determina la rilevazione (“ <i>sampling</i> ”, “ <i>keyon</i> ”, “ <i>keyoff</i> ”, “ <i>dooropened</i> ”, “ <i>doorclosed</i> ”).
<i>tracking_distance</i> [opzionale]	Distanza odometrica percorsa rispetto alla rilevazione precedente [m]
<i>global_distance</i> [opzionale]	Distanza totale percorsa rilevata dall'OBU [m]
<i>tracking_type</i> [opzionale]	Tipo di campionamento: a tempo, spaziale, misto.
<i>vehicle_type</i>	Tipo di veicolo (auto, autocarro, camion, bus, tram, etc.) come da classificazione internazionale ed integrazioni, vedi Appendice D.
<i>vehicle_information</i> [opzionale]	Stringa che contiene al suo interno un certo numero di parametri per caratterizzare il veicolo. Di particolare interesse sono: il tipo di alimentazione, la cilindrata, la portata, la classe euro.

Tabella 2 - Struttura dati RD

2.1.2 *Map-matched Raw Data (MRD)*

Tali dati sono costituiti da informazioni di posizione, velocità e tempo già parzialmente elaborati: il dato GPS viene infatti associato a dati provenienti da un riferimento cartografico. La posizione calcolata dal ricevitore GPS è in pratica “corretta” proiettandola su un elemento del grafo che schematizza la rete viaria. Tale metodologia è comunemente nota come “map matching”. L’informazione comprende quindi il dato PVT ed il relativo elemento cartografico. Il modo con cui ci si riferisce all’elemento cartografico è descritto al successivo paragrafo. La tabella che segue riporta l’elenco delle informazioni veicolate tramite il protocollo.

Nome	Descrizione
<i>veh</i>	Identificativo anonimo del veicolo
<i>timestamp</i>	Istante di tempo cui i dati sono riferiti
<i>lat</i>	Latitudine rilevata rispetto a WGS84
<i>lng</i>	Longitudine rilevata rispetto a WGS84
<i>alt</i> [opzionale]	Altitudine rilevata rispetto a WGS84
<i>lcd1</i>	LCD di inizio tratta.
<i>lcd2</i>	LCD di fine tratta.
<i>offset</i>	Distanza percorsa sull'arco a partire da lcd1 [m]
<i>speed</i> [opzionale]	Velocità istantanea del veicolo sulla tratta [km/h]
<i>event</i>	Evento che determina la rilevazione (“ <i>sampling</i> ”, “ <i>keyon</i> ”, “ <i>keyoff</i> ”, “ <i>dooropened</i> ”, “ <i>doorclosed</i> ”).
<i>tracking_distance</i> [opzionale]	Distanza odometrica percorsa rispetto alla rilevazione precedente [m]
<i>global_distance</i> [opzionale]	Distanza totale percorsa rilevata dall’OBU [m]
<i>tracking_type</i> [opzionale]	Tipo di campionamento: a tempo, spaziale, misto
<i>vehicle_type</i>	Tipo di veicolo come da classificazione internazionale (vedi Appendice D).
<i>vehicle_information</i> [opzionale]	Una stringa che contiene al suo interno un certo numero di parametri per caratterizzare l’auto (tipo, cilindrata, euro, etc).

Tabella 3 - Struttura dati MRD

2.1.3 *Tempi di percorrenza (TDP)*

L'informazione consiste in dati elaborati ed aggregati ovvero non si comunica la posizione di un singolo mezzo (eventualmente associata ad un elemento cartografico), bensì un tempo di percorrenza relativo ad un arco di un grafo di riferimento.

Sono previsti due diversi dati di TDP/velocità: Il primo è un dato di "misura" effettiva, cioè un dato statistico in senso "classico", caratterizzato quindi dai tre parametri fondamentali della distribuzione statistica (media, deviazione standard e numero campioni). Il secondo è un dato di "stima" effettuata secondo logiche proprietarie del gestore flotte e caratterizzato quindi da un valore "stimato" e da un indicatore di qualità della stima.

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni che il protocollo deve trasportare.

Nome	Descrizione
<i>lcd1</i>	LCD di inizio tratta.
<i>lcd2</i>	LCD di fine tratta.
<i>start_time</i>	istante di inizio periodo cui sono riferiti i dati
<i>end_time</i>	istante di fine periodo cui sono riferiti i dati
<i>time</i>	tempo medio di percorrenza della tratta [s]
<i>speed</i> <i>[opzionale]</i>	velocità media [km/h]
<i>n_vehicles</i> <i>[opzionale]</i>	numero veicoli campione che hanno contribuito al calcolo della misura
<i>std_dev</i> <i>[opzionale]</i>	deviazione standard della distribuzione dei campioni
<i>accuracy</i> <i>[opzionale]</i>	accuratezza della misura. Indica, in percentuale, la validità del dato.
<i>estimated_speed</i> <i>[opzionale]</i>	stima della velocità [km/h]
<i>q_idx</i>	indice di qualità della stima (1=min, 5=max)
<i>vehicle_type</i>	Tipo di veicolo come da classificazione internazionale (Appendice D).

Tabella 4 - Struttura dati TDP

Nel caso di stima del traffico da localizzazione i tempi di percorrenza e le velocità medie stimate sugli archi del grafo vengono trasmessi semplicemente utilizzando il formato precedentemente indicato.

2.1.4 Viaggi Origine Destinazione (OD)

L'informazione consiste nel numero di viaggi effettuati per ogni coppia origine-destinazione definita all'interno della matrice OD.

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni che il protocollo deve trasportare.

Nome	Descrizione
<i>lcd1</i>	<i>location code</i> che identifica la zona origine del viaggio
<i>lcd2</i>	<i>location code</i> che identifica la zona destinazione del viaggio
<i>start_time</i>	istante di inizio periodo cui sono riferiti i dati
<i>end_time</i>	istante di fine periodo cui sono riferiti i dati
<i>vehicle_type</i>	categoria del veicolo come da classificazione internazionale (Appendice D)
<i>trips</i>	numero di viaggi effettuati sulla coppia OD

Tabella 5 - Struttura dati OD

2.1.5 Eventi di traffico

Il protocollo è stato concepito per poter veicolare anche gli eventi di traffico; tali informazioni sono generalmente prodotte/raccolte dalle centrali di controllo locale della mobilità. Il trattamento delle informazioni sugli eventi di traffico non è assolutamente una tematica nuova ed è stata già approfondita in altri contesti. Al fine di sfruttare quanto già studiato e standardizzato si è scelto di adottare le codifiche previste dal formalismo DATEX per gli eventi di traffico.

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni veicolate tramite il protocollo.

Nome	Descrizione
<i>SOURCE¹</i>	Identificatore del fornitore dell'evento, ovvero l'ente che lo ha validato ed inserito.
<i>SITUATION_ID</i>	Identificatore della situazione di appartenenza dell'evento
<i>EVT_ID</i>	Identificatore dell'evento all'interno della situazione
<i>ROAD</i>	Si compone di un identificativo e di una descrizione relativi alla strada in cui è localizzato l'evento (secondo codifica TMC)
<i>LOCATION</i>	Blocco di localizzazione dell'evento, composto da un punto geografico in caso di eventi puntuali o da due punti geografici in caso di eventi su tratta (secondo codifica TMC).

¹ da non confondersi con il campo SUPPLIER, contenuto nell'intestazione del file XML, che identifica l'ente che distribuisce le informazioni (che può essere differente dal SOURCE).

Nome	Descrizione
<i>CAUSE</i>	Elemento composto che contiene il codice DATEX DOB dell'evento e la relativa traduzione testuale
<i>EVENT</i>	Elemento composto che contiene il codice DATEX PHR dell'evento e la relativa traduzione testuale
<i>DIVERSION</i>	Presenza di deviazione: n: nessuna deviazione, y:deviazione indicata sul luogo dell'evento
<i>DIRECTION</i>	Codice di direzione, i possibili valori sono: 0: informazione di direzione non presente, 1: direzione TMC positiva, 2: direzione TMC negativa, 3: entrambe le direzioni, 4: l'evento si riferisce ad una sola locazione e la direzione e' specificata solo in modo testuale nell'attributo <i>DESC</i>
<i>DATE</i>	Informazioni temporali sull'evento (data e ora inizio, aggiornamento, e fine evento)
<i>ADDING_INFORMATION</i>	Descrizione testuale completa dell'evento
<i>ATTRIBUTES</i>	lista di attributi aggiuntivi dell'evento secondo la codifica DATEX
<i>SAD</i>	Consigli ed informazioni supplementari sull'evento

Tabella 6 - Codifica dell'evento di traffico

2.1.6 **Zone Traffico Limitato (ZTL)**

L'informazione consiste in dati che descrivono la geometria delle aree soggette a limitazione di traffico (perimetro e posizione dei varchi) e le relative regole di limitazione agli accessi.

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni salienti veicolate tramite il protocollo.

Nome	Descrizione
<i>ztl</i>	Identificatore dell'area soggetta a controllo d'accesso.
<i>polyline</i>	Insieme ordinato dei punti geografici (lat / lng) che definiscono la polilinea di delimitazione dell'area.
<i>gates</i>	Insieme dei punti geografici (lat / lng) che individuano i varchi di ingresso nell'area e relativa direzione e verso di ingresso.
<i>access_policy</i>	Politica d'accesso nell'area; una politica è costituita da una composizione di regole (fasce orarie e tipologia ambientale del veicolo) e può definire, se previsto, la tariffa di accesso.

Tabella 7 - Codifica dei dati ZTL

2.1.7 **Flussi di Traffico (FdT)**

L'informazione consiste in dati aggregati, ovvero elaborati in un certo intervallo temporale sulla base dell'osservazione dei veicoli transitati. I dati possono essere rilevati direttamente sul campo (quali il dato di velocità rilevato e mediato da sensori radar), oppure dedotti da ulteriori informazioni (velocità su archi urbani semaforizzati). In ogni caso è previsto un campo che fornisce un'indicazione sull'affidabilità del dato.

I dati possono essere differenziati in base alla tipologia di veicolo (al momento sono definite due tipologie: leggeri e pesanti).

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni che il protocollo deve trasportare.

Nome	Descrizione
<i>station_id</i>	Identificativo della stazione di misura (se presente)
<i>diagnostic</i>	Stato diagnostico del dispositivo ("ok", "warning", "down")
<i>source</i>	Nome o identificativo della fonte dati (se presente)
<i>lcd1</i>	Codice del Nodo iniziale dell'arco o Codice TMC della località iniziale
<i>Road_LCD</i>	Codifica TMC della strada su cui insiste la stazione di misura
<i>Road_Name</i>	Sigla o nome della strada su cui insiste la stazione di misura
<i>offset</i>	Distanza in metri dal nodo iniziale lungo la direzione di percorrenza
<i>direction</i>	Direzione di percorrenza TMC (positiva o negativa)
<i>lat</i>	Latitudine WGS84 della sezione di misura
<i>long</i>	Longitudine WGS84 della sezione di misura
<i>heading</i>	Direzione (angoli nord) di attraversamento della sezione
<i>row</i>	Numero di corsie della sezione di misura
<i>start_time</i>	Istante di inizio periodo cui sono riferiti i dati
<i>end_time</i>	Istante di fine periodo cui sono riferiti i dati
<i>vehicletype</i>	Tipologia di veicolo cui si riferiscono i dati: <ul style="list-style-type: none"> - All (predefinito) - Heavy - Light
<i>speed</i>	Velocità media [km/h]
<i>harmsspeed</i>	Velocità media armonica [km/h]
<i>flow</i>	Flusso veicolare [Veh/h]
<i>occupation</i>	Tasso di occupazione dei sensori
<i>accuracy</i>	accuratezza della misura. Indica, in percentuale, la validità del dato.

Nome	Descrizione
<i>period</i>	Periodo di aggregazione in minuti. Se valorizzato può dare un'indicazione, al consumatore dei dati, sulla validità e sulla frequenza di aggiornamento del dato fornito.

Tabella 8 - Struttura dati FdT

2.1.8 ***Parcheggi (PK)***

L'informazione contiene, oltre all'anagrafica dei parcheggi in struttura intesi come "punti d'interesse" (POI), anche la loro capacità teorica e l'occupazione aggiornata in tempo reale. Tale informazione può risultare di interesse per periferiche mobili quali navigatori satellitari.

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni che il protocollo deve trasportare.

Nome	Descrizione
<i>ID</i>	Identificativo del parcheggio (se presente)
<i>Name</i>	Nome pubblico del parcheggio
<i>Status</i>	Ulteriori informazioni sul parcheggio (aperto/chiuso)
<i>Road_LCD</i>	Codifica TMC della strada su cui insiste la stazione di misura
<i>Road_Name</i>	Sigla o nome della strada su cui insiste la stazione di misura
<i>Total</i>	Numero di stalli totali disponibili a rotazione
<i>Free</i>	Numero di stalli attualmente liberi
<i>tendance</i>	Tendenza di riempimento (+1/-1)
<i>lat</i>	Latitudine WGS84 dell'accesso veicolare principale
<i>long</i>	Longitudine WGS84 dell'accesso veicolare principale
<i>Access</i>	Tipologia (ingresso o uscita veicolare, pedonale, etc) e coordinate geografiche (lat / lng) degli accessi al parcheggio (se il parcheggio presenta più di un accesso)

Tabella 9 - Struttura dati PK

2.1.9 ***Fasi semaforiche (TLight)***

L'informazione consiste in dati di durata del ciclo semaforico e di percentuale di verde rispetto a tale durata, in corrispondenza di una determinata manovra semaforica. Questi dati sono tipicamente prodotti da un sottosistema di Controllo Semaforico (UTC – Urban Traffic Control) del CSV, in base alle durate effettive, assegnate a ciascuna manovra controllata dal sottosistema, registrate nell'intervallo temporale di aggregazione; i dati sono generalmente messi a disposizione di sottosistemi utilizzatori, in primis il Supervisore del Traffico.

I dati possono essere frutto anche di una stima, di una previsione o di un rilievo sul campo; in ogni caso, sono corredati da informazioni relative all'affidabilità del dato.

La tabella che segue riporta l'elenco delle informazioni che il protocollo deve trasportare.

Nome	Descrizione
<i>source</i>	Identificativo della sorgente/fornitore dei dati
<i>light_id</i>	Identificativo della manovra
<i>diagnostic</i>	Stato diagnostico del dispositivo ("ok", "warning", "down")
<i>lcd1</i>	Codice del Nodo iniziale dell'arco origine o Codice TMC della località iniziale
<i>lcd2</i>	Codice del Nodo finale dell'arco origine o Codice TMC della località finale
<i>lcd3</i>	Codice del Nodo finale dell'arco di destinazione
<i>offset</i>	distanza in metri da LCD1 lungo il verso di percorrenza (si veda nota sulla localizzazione a pagina 42)
<i>lat</i>	Latitudine WGS84 della manovra
<i>lng</i>	Longitudine WGS84 della manovra
<i>heading</i>	Direzione (angolo nord) di attestamento alla linea di stop del semaforo
<i>accuracy</i>	Validità del dato [0-100]
<i>period</i>	Periodo di aggregazione, in minuti, cui sono riferiti i dati
<i>cycle</i>	Durata media del ciclo semaforico nel periodo di aggregazione [secondi]
<i>green_perc</i>	Percentuale media di verde nel periodo di aggregazione [0-100]

Tabella 10 - Struttura dati TLight

2.1.10 Stato del Traffico (TState)

L'informazione consiste in dati aggregati, riferiti ad un determinato intervallo temporale, relativi alle condizioni di deflusso del traffico veicolare sulla rete; tali condizioni sono espresse in termini di flusso, velocità, densità veicolare e livello di servizio (LOS) e possono essere riferite sia all'istante attuale che ad un istante futuro (previsione).

Generalmente tali informazioni sono prodotte da un sottosistema Supervisore del Traffico, anche sulla base di misure rilevate sul campo, e sono comunque corredate da un attributo di affidabilità.

Nome	Descrizione
<i>lcd1</i>	Codice del Nodo iniziale dell'arco o Codice TMC della località iniziale
<i>lcd2</i>	Codice del Nodo finale dell'arco o Codice TMC della località finale
<i>time</i>	Tempo di percorrenza dell'arco o della tratta [s]

Nome	Descrizione
<i>speed</i>	Velocità media sull'arco o sulla tratta [Km/h]
<i>flow</i>	Flusso veicolare [veicoli/ora]
<i>density</i>	Densità veicolare [veicoli/Km]
<i>sat_perc</i>	Percentuale di saturazione [0 - 100]
<i>cong_level</i>	Livello di congestione [100 - 0]
<i>accuracy</i>	Validità del dato [0-100]

Tabella 11 - Struttura dati TState

3. Definizione del protocollo di scambio dati

Nella definizione del protocollo si è dato per assunto che le parti coinvolte nello scambio dati siano legate da accordi che definiscono la tipologia dei dati scambiati, la modalità di invio ed i sistemi di riferimento adottati.

Trattandosi di notevoli moli di dati che richiedono tempi e risorse di elaborazione significativi, non si ritiene opportuno prevedere un meccanismo di interrogazione completamente dinamico, bensì una modalità *push* in cui il produttore preconfeziona ciclicamente i dati concordati per poi inviarli al consumatore. Qualora il consumatore preferisca richiedere i dati, si è prevista una modalità *pull* in cui si possa richiedere l'ultimo set di dati preparati.

Le modalità di invio sono quindi:

Modalità push:

il produttore prepara e spedisce la tipologia di dati concordata, con una determinata frequenza, secondo quanto stabilito nell'accordo fatto con il consumatore.

L'invio viene fisicamente effettuato dal produttore mediante una chiamata HTTP POST, accedendo ad un servizio web esposto dal consumatore ed identificato da un URL concordato del tipo:

http://<host_consumatore>/post_traffic_data

Modalità pull:

il produttore dei dati prepara i dati della tipologia e con la frequenza concordata; il consumatore li richiede esplicitamente secondo le proprie tempistiche e necessità.

La richiesta viene fisicamente effettuata dal consumatore mediante una chiamata HTTP GET, chiamando un servizio web esposto dal produttore ed identificato da un URL concordato del tipo:

http://<host_prodotto>/get_traffic_data

Il protocollo prevede sempre una codifica dei dati in formato XML.

Scambio dati FCD e derivati

Le tipologie di dati di traffico relative agli FCD e loro successive elaborazioni (es: profilazione su base storica) sono:

- Raw Data – RD
- Map-Matched Raw Data – MRD
- Tempi Di Percorrenza – TDP
- Viaggi origine destinazione (OD)

Si è definito un unico schema xsd, ovvero una struttura di file xml in grado di contenere i tre tipi di dato e relativi riferimenti spaziali (sistema di riferimento).

L'elemento radice della struttura xml generalizzata, contenitore dei dati veri e propri, prende il nome di *traffic_data*; espone come attributi:

- il tipo dati trasportati dal documento;
- l'istante di tempo di generazione dei dati;

- gli istanti di tempo di inizio e fine intervallo cui i dati sono riferiti;
- l'identificativo del fornitore dei dati.

I paragrafi seguenti descrivono il riferimento spaziale utilizzato ed il formato di ogni tipologia considerata.

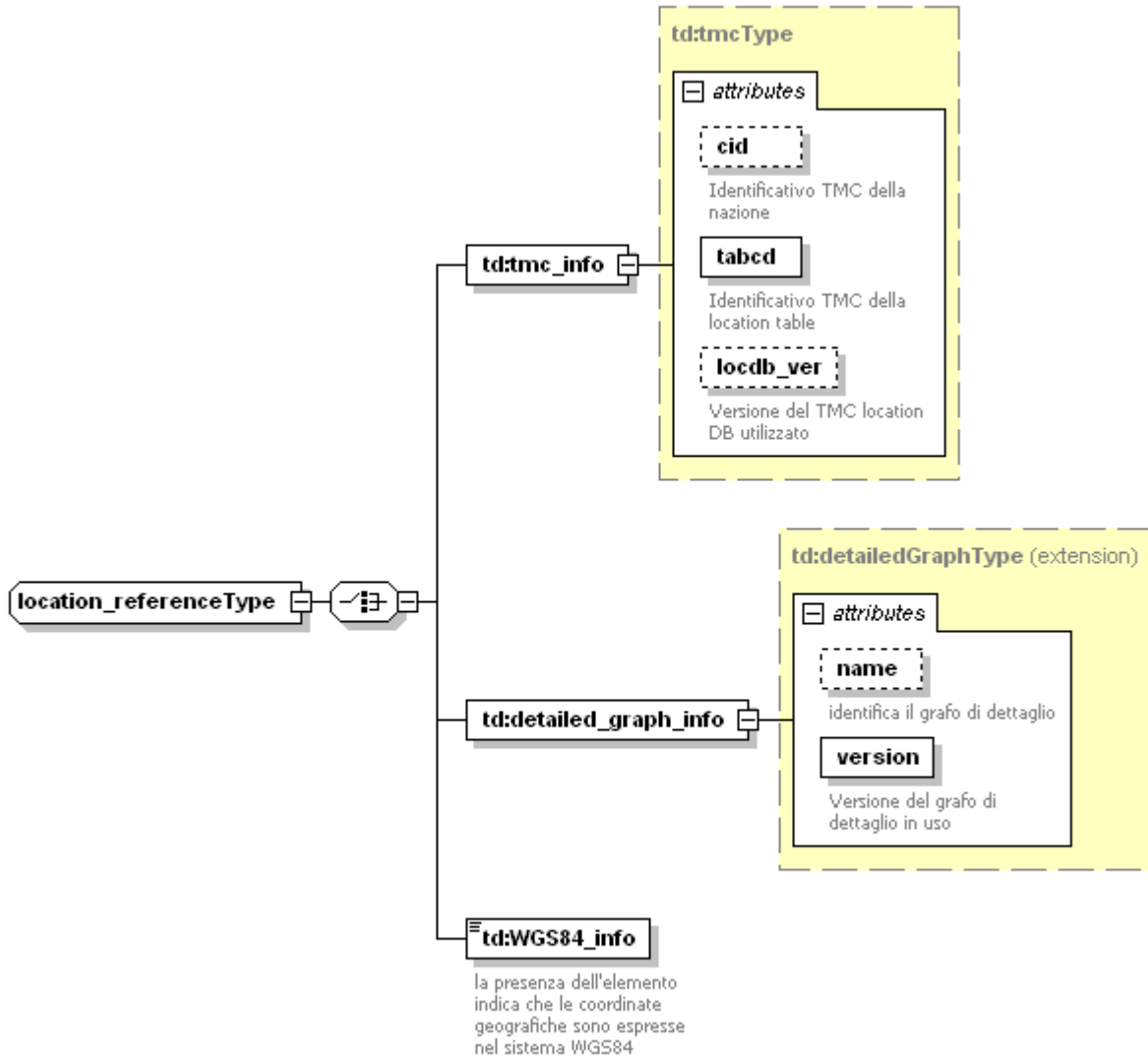
3.1.1 **Riferimento spaziale**

Il protocollo per la definizione del riferimento spaziale dei dati utilizza l'elemento *location_reference*, primo figlio del root element *traffic_data*.

L'elemento *location_reference* può contenere in mutua esclusione:

- il riferimento ad una versione del grafo TMC, codificato nell'elemento *tmc_info*;
- il riferimento ad un generico grafo di dettaglio condiviso tra le parti, codificato nell'elemento *detailed_graph_info*;
- l'elemento WGS84: indica che le coordinate geografiche sono espresse nel sistema WGS84.

Il diagramma illustra una porzione dello schema xsd, riportato per esteso in Appendice A:

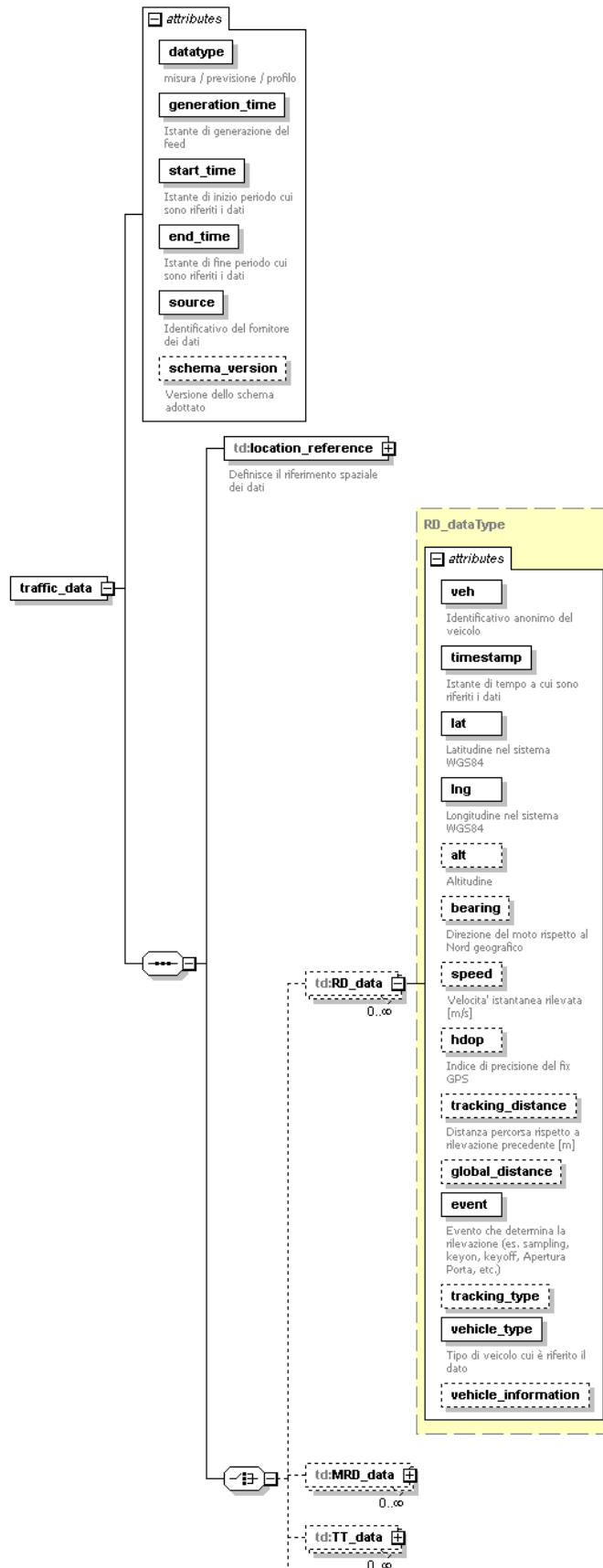


3.1.2 Raw Data

Il formato dei dati è definito dal *xml-schema* traffic_data.xsd (riportato per esteso in Appendice A).

L'elemento *RD_data* rappresenta il singolo dato campionato dal mezzo ed è codificato per mezzo degli attributi descritti in Tabella 2 - Struttura dati RD.

Il seguente diagramma illustra lo schema xsd, riportato per esteso in Appendice A.



Di seguito è riportato un esempio di xml inviato, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

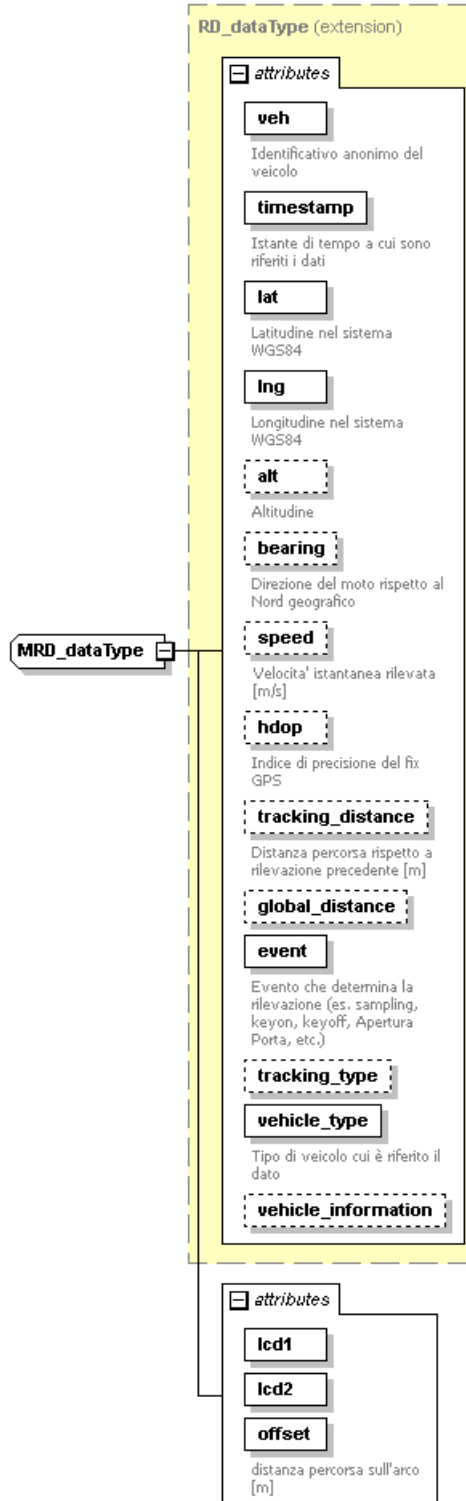
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<td:traffic_data xmlns:td="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data traffic_data_1.8.xsd"
    datatype="misura"
    generation_time="2014-04-10T10:50:10"
    start_time="2014-04-10T10:45:00"
    end_time="2014-04-10T10:50:00"
    source="a1"
    schema_version="1.8"
>
    <td:location_reference>
        <td:tmc_info tabcd="1" cid="25" />
    </td:location_reference>
    <td:RD_data veh="526" timestamp="2014-04-10T10:45:10" event="sampling" lat="45.78843"
lng="7.54321" vehicle_type="M1" />
    <td:RD_data veh="526" timestamp="2014-04-10T10:46:10" event="sampling" lat="45.78843"
lng="7.54321" vehicle_type="M1" />
    <td:RD_data veh="526" timestamp="2014-04-10T10:47:10" event="sampling" lat="45.78843"
lng="7.54321" vehicle_type="M1" />
    <td:RD_data veh="326" timestamp="2014-04-10T10:48:10" event="sampling" lat="45.78843"
lng="7.54321" vehicle_type="M1" />
    <td:RD_data veh="326" timestamp="2014-04-10T10:49:10" event="sampling" speed="64"
lat="45.78843" vehicle_type="M1" />
</td:traffic_data>
```

3.1.3 Map-matched Raw Data

Il formato dei dati è definito dal *xml-schema* traffic_data.xsd (riportato per esteso in Appendice A); l'elemento contenitore dei dati è definito TRAFFIC_DATA, espone come attributi gli istanti di inizio periodo, fine periodo e generazione dei dati.

L'elemento *MRD_data* rappresenta il singolo dato campionato dal mezzo ed è codificato per mezzo degli attributi descritti in Tabella 3 - Struttura dati MRD.

Il seguente diagramma illustra lo schema xsd, riportato per esteso in Appendice A. Dal diagramma si evince chiaramente come il tipo dato MRD sia un'estensione del dato RD, di cui eredita tutti gli attributi, e a cui aggiunge il riferimento ad un arco del grafo di riferimento.



Di seguito è riportato un esempio di xml inviato, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

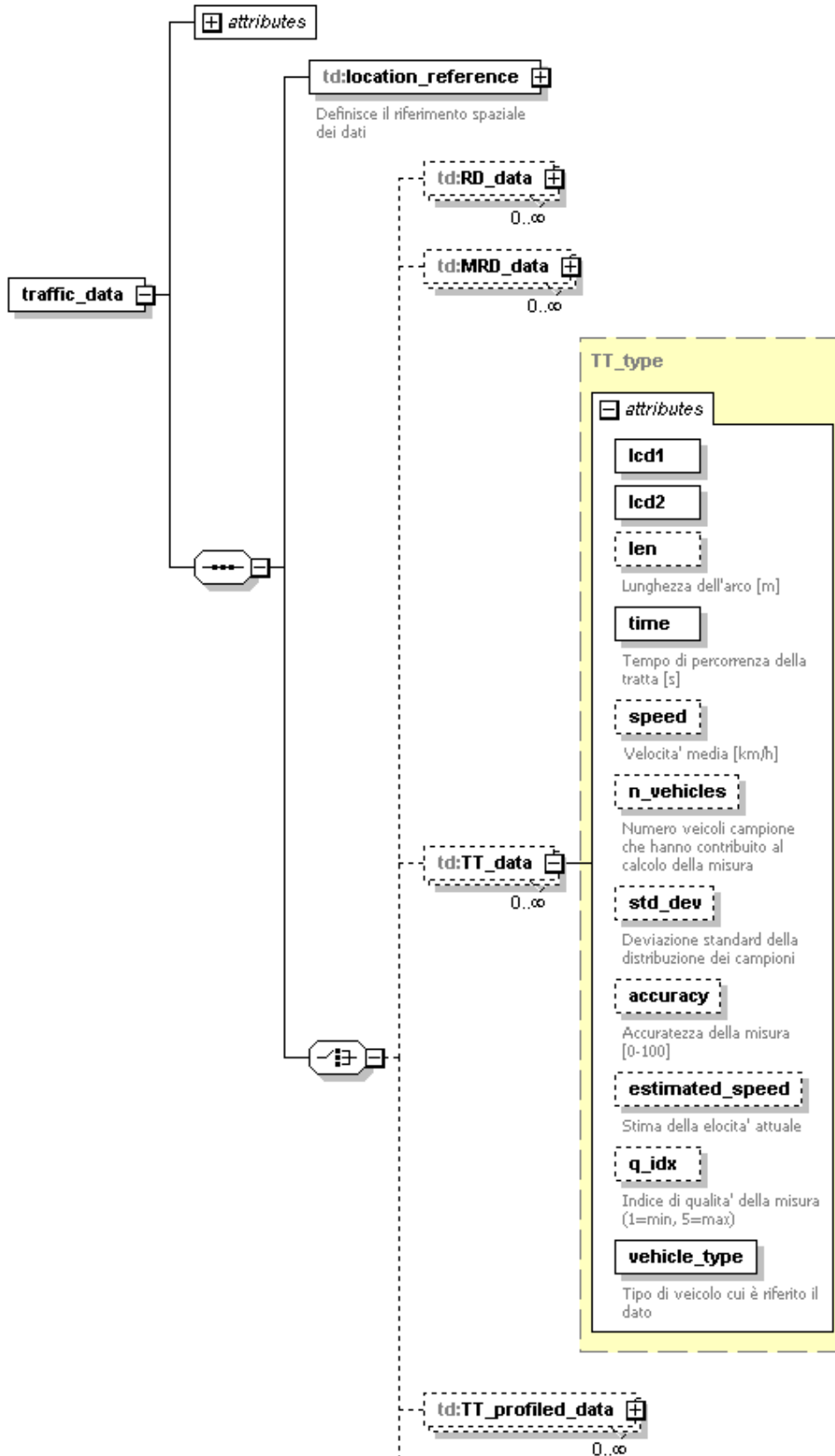
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<td:traffic_data xmlns:td="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data traffic_data_1.8.xsd"
datatype="misura"
generation_time="2014-04-10T10:50:10"
start_time="2014-04-10T10:45:00"
end_time="2014-04-10T10:50:00"
source="b2"
schema_version="1.8"
>
  <td:location_reference>
    <td:tmc_info tabcd="1" cid="25" />
  </td:location_reference>
  <td:MRD_data veh="754" lcd1="1312" offset="54" timestamp="2014-04-10T10:45:10"
event="sampling" speed="60" lat="45.78843" lng="7.54321" bearing="57" vehicle_type="M1"
tracking_distance="55"/>
  <td:MRD_data veh="254" lcd1="1314" offset="58" timestamp="2014-04-10T10:45:10"
event="sampling" speed="67" lat="45.78843" lng="7.54321" bearing="57" vehicle_type="M1"
tracking_distance="55"/>
  <td:MRD_data veh="754" lcd1="1312" offset="56" timestamp="2014-04-10T10:45:10"
event="sampling" speed="66" lat="45.78843" lng="7.54321" bearing="57" vehicle_type="M1"
tracking_distance="55"/>
  <td:MRD_data veh="254" lcd1="1310" offset="24" timestamp="2014-04-10T10:45:10"
event="sampling" speed="65" lat="45.78843" lng="7.54321" bearing="57" vehicle_type="M1"
tracking_distance="55"/>
  <td:MRD_data veh="754" lcd1="1315" offset="34" timestamp="2014-04-10T10:45:10"
event="sampling" speed="64" lat="45.78843" lng="7.54321" bearing="57" vehicle_type="M1"
tracking_distance="55"/>
</td:traffic_data>
```

3.1.4 *Tempi di percorrenza*

Il formato dei dati è definito dal *xml-schema* traffic_data.xsd (riportato per esteso in Appendice A); l'elemento contenitore dei dati è definito *traffic_data*, espone come attributi gli istanti di inizio periodo, fine periodo e generazione dei dati.

L'elemento *TT_data* rappresenta il singolo dato del tempo di percorrenza di un arco ed è codificato per mezzo degli attributi descritti in Tabella 4 - Struttura dati TDP.

Il seguente diagramma illustra lo schema xsd, riportato per esteso in Appendice A



Di seguito è riportato un esempio di xml inviato, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<td:traffic_data xmlns:td="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data traffic_data_1.8.xsd"
datatype="misura"
generation_time="2014-04-10T10:50:10+02:00"
start_time="2014-04-10T10:45:00"
end_time="2014-04-10T10:50:00"
source="Y8"
schema_version="1.8"
>
<td:location_reference>
<td:tmc_info cid="25" tabcd="1"/>
</td:location_reference>
<td:TT_data lcd1="1310" lcd2="1312" speed="53" q_idx="1" vehicle_type="M1-AU"/>
<td:TT_data lcd1="1312" lcd2="1310" speed="55" q_idx="2" vehicle_type="M1-AU"/>
<td:TT_data lcd1="1314" lcd2="1312" speed="60" q_idx="2" vehicle_type="M1-AU"/>
<td:TT_data lcd1="1312" lcd2="1314" speed="73" q_idx="1" vehicle_type="M1-AU"/>
<td:TT_data lcd1="1310" lcd2="1315" speed="56" q_idx="3" vehicle_type="M1-AU"/>
<td:TT_data lcd1="1315" lcd2="1310" speed="52" q_idx="1" vehicle_type="M1-AU"/>
</td:traffic_data>
```

3.1.5 **Dati di traffico da localizzazione statistica cellulare**

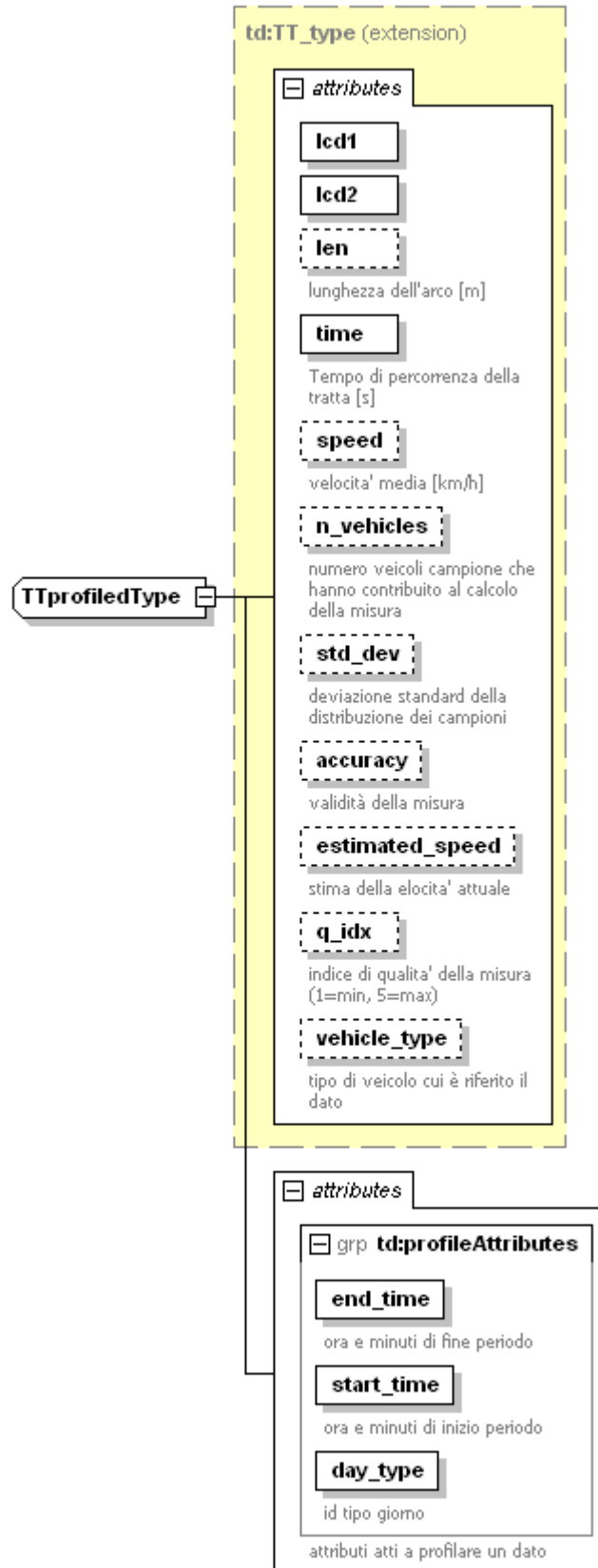
Il protocollo utilizzato per la trasmissione di questa tipologia di dati è lo stesso formalizzato al paragrafo 3.1.4.

3.1.6 **Tempi di percorrenza – profili storici**

Il protocollo utilizzato per la trasmissione di questa tipologia di dati è lo stesso formalizzato al paragrafo 3.1.4, con l'aggiunta dei seguenti attributi a livello di ogni elemento *tt_profiled_data*:

- *day_type*: identifica il tipo giorno di riferimento.
- *start_time*: ora e minuti di inizio periodo cui i dati medi storici (o profili) sono riferiti.
- *end_time*: ora e minuti di fine periodo cui i dati medi storici (o profili) sono riferiti.

Il seguente diagramma illustra un estratto dello schema xsd, riportato per esteso in Appendice A



Di seguito è riportato un esempio di xml inviato, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

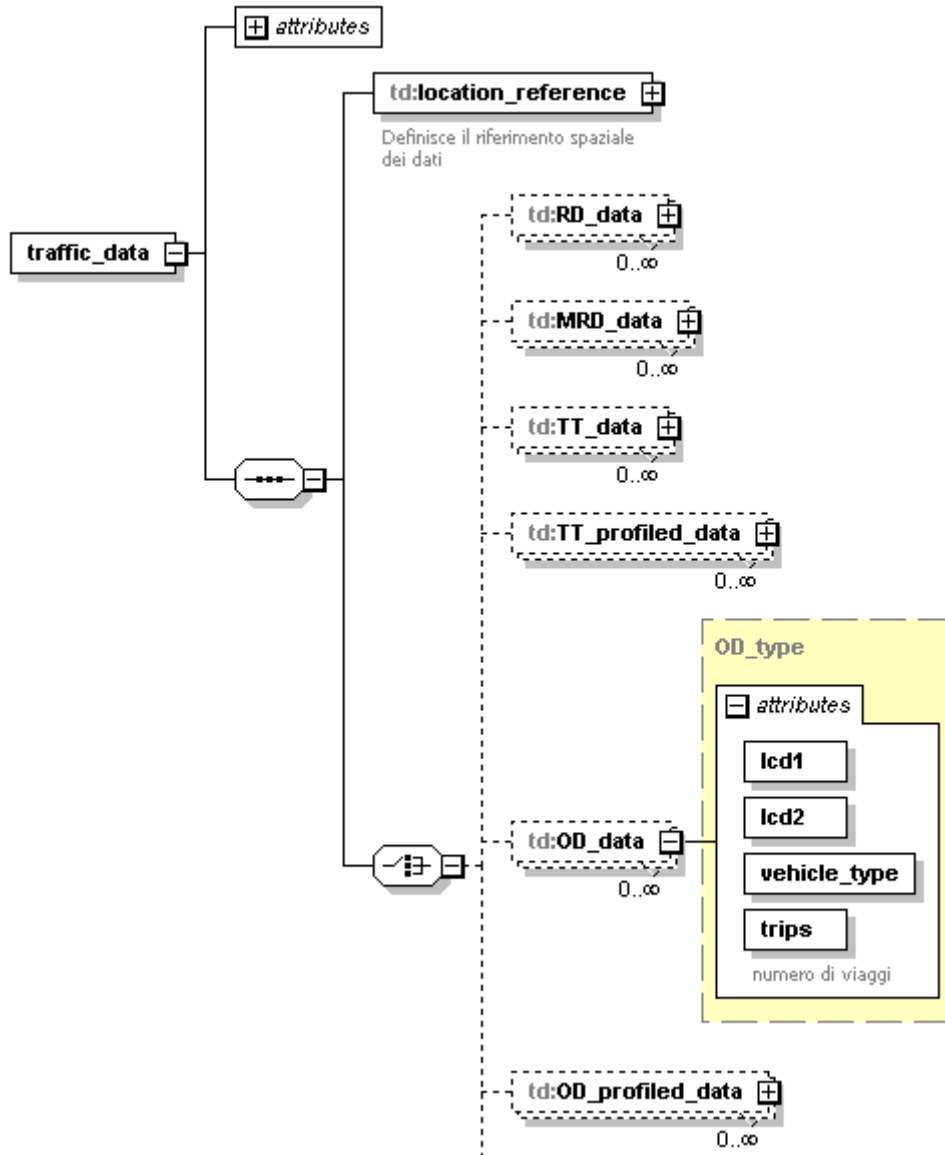
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<td:traffic_data xmlns:td="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data traffic_data_1.8.xsd"
datatype="profilo"
generation_time="2014-04-10T09:00:10+02:00"
start_time="2014-04-10T08:00:00"
end_time="2014-04-10T09:00:00"
source="Y8"
schema_version="1.8"
>
<td:location_reference>
<td:tmc_info cid="25" tabcd="1"/>
</td:location_reference>
<td:TT_profiled_data lcd1="1310" lcd2="1312" speed="53" n_vehicles="15" std_dev="3" accuracy="90"
vehicle_type="M1-AU" day_type="FBS" start_time="08:00:00" end_time="09:00:00" />
<td:TT_profiled_data lcd1="1312" lcd2="1310" speed="53" n_vehicles="15" std_dev="3" accuracy="90"
vehicle_type="M1-AU" day_type="FBS" start_time="08:00:00" end_time="09:00:00" />
<td:TT_profiled_data lcd1="1314" lcd2="1312" speed="53" n_vehicles="15" std_dev="3" accuracy="90"
vehicle_type="M1-AU" day_type="FBS" start_time="08:00:00" end_time="09:00:00" />
<td:TT_profiled_data lcd1="1312" lcd2="1314" speed="53" n_vehicles="15" std_dev="3" accuracy="90"
vehicle_type="M1-AU" day_type="FBS" start_time="08:00:00" end_time="09:00:00" />
</td:traffic_data>
```

3.1.7 Viaggi origine destinazione (OD)

Il formato dei dati è definito dal *xml-schema* traffic_data.xsd (riportato per esteso in Appendice A); l'elemento contenitore dei dati è definito *traffic_data*, espone come attributi gli istanti di inizio periodo, fine periodo e generazione dei dati.

L'elemento *OD_data* rappresenta il singolo dato sul numero di viaggi intercorsi tra una coppia origine destinazione ed è codificato per mezzo degli attributi descritti in Tabella 5 - Struttura dati OD.

Il seguente diagramma illustra lo schema xsd, riportato per esteso in Appendice A



Di seguito è riportato un esempio di xml inviato, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<td:traffic_data xmlns:td="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data traffic_data_1.8.xsd"
  datatype="misura"
  generation_time="2014-04-10T09:00:10+02:00"
  start_time="2014-04-10T08:00:00"
  end_time="2014-04-10T09:00:00"
  source="V5"
  schema_version="1.8"
>
  <td:location_reference>

```

```

    <td:detailed_graph_info version="1.2" />
  </td:location_reference>

```

```

<td:OD_data lcd1="1310" lcd2="1312" trips="123" vehicle_type="M"/>
<td:OD_data lcd1="1312" lcd2="1310" trips="321" vehicle_type="M"/>
<td:OD_data lcd1="1314" lcd2="1312" trips="311" vehicle_type="M"/>
<td:OD_data lcd1="1312" lcd2="1314" trips="435" vehicle_type="M"/>
<td:OD_data lcd1="1310" lcd2="1315" trips="532" vehicle_type="M"/>
<td:OD_data lcd1="1315" lcd2="1310" trips="412" vehicle_type="M"/>
</td:traffic_data>

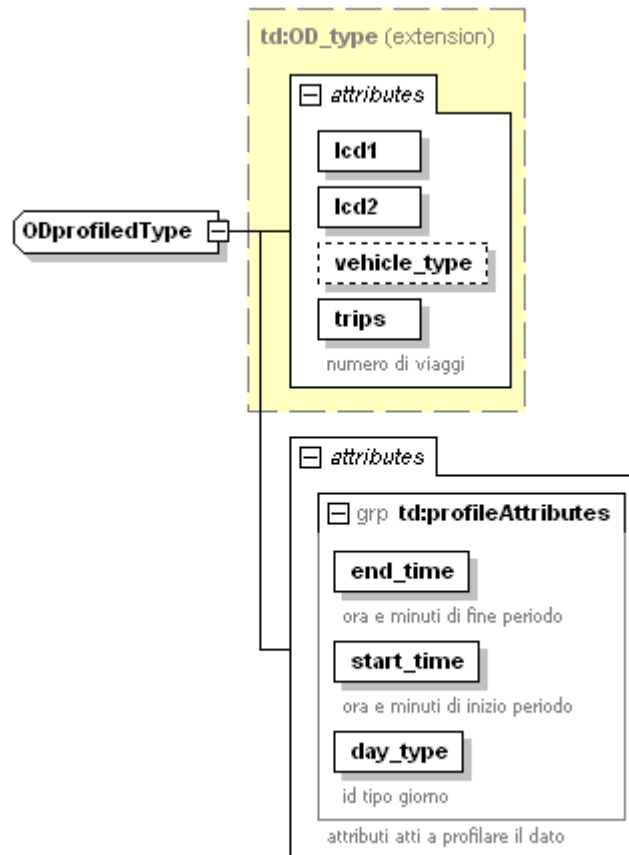
```

3.1.8 Viaggi origine destinazione – profili storici

Il protocollo utilizzato per la trasmissione di questa tipologia di dati è lo stesso formalizzato al paragrafo 3.1.7, con l'aggiunta degli attributi:

- `day_type`: identifica il tipo giorno di riferimento cui il dato del profilo storico è riferito.
- `start_time`: ora e minuti di inizio periodo cui il dato del profilo storico è riferito.
- `end_time`: ora e minuti di fine periodo cui il dato del profilo storico è riferito..

Il seguente diagramma illustra un estratto dello schema xsd, riportato per esteso in Appendice A



Di seguito è riportato un esempio di xml inviato, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<td:traffic_data xmlns:td="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/traffic_data traffic_data_1.8.xsd"
datatype="profilo"
generation_time="2014-04-10T09:00:10+02:00"
start_time="2014-04-10T08:00:00"
end_time="2014-04-10T09:00:00"
source="V5"
schema_version="1.8"
>
  <td:location_reference>
    <td:detailed_graph_info version="1.2" />
  </td:location_reference>

  <td:OD_profiled_data day_type="FBS" start_time="08:00:00" end_time="09:00:00" lcd1="1312"
lcd2="1310" trips="321" vehicle_type="M"/>
  <td:OD_profiled_data day_type="FBS" start_time="09:00:00" end_time="10:00:00" lcd1="1312"
lcd2="1310" trips="221" vehicle_type="M"/>
  <td:OD_profiled_data day_type="FBS" start_time="10:00:00" end_time="11:00:00" lcd1="1312"
lcd2="1310" trips="121" vehicle_type="M"/>
</td:traffic_data>
```

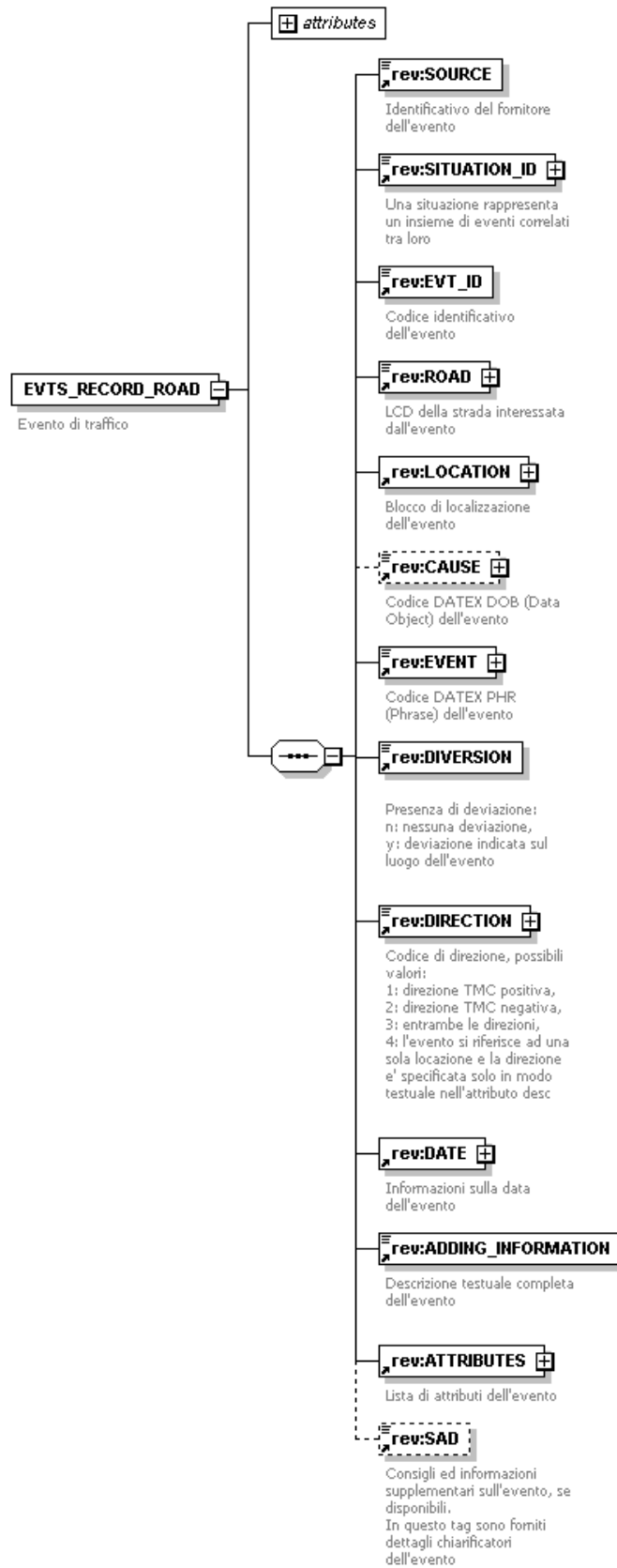
Scambio eventi di traffico

I messaggi relativi agli eventi di traffico sono prodotti in formato XML e resi disponibili con la modalità, *push* o *pull*, concordata con il consumatore.

Il formato dei dati è definito dal *xml-schema* traffic_info.xsd (riportato per esteso in Appendice B); l'elemento contenitore del blocco EVTS_GEN_DELIVERY contiene l'istante di generazione dei dati *date*, il numero di eventi contenuti nel blocco stesso *numevents*, l'identificativo del fornitore dei dati *supplier*, il riferimento spaziale dei dati *TMC_INFO* ed i singoli messaggi informativi contenuti negli elementi EVTS_RECORD_ROAD.

L'elemento EVTS_RECORD_ROAD rappresenta il singolo evento di traffico ed è codificato per mezzo degli attributi descritti in Tabella 6 - Codifica dell'evento di traffico.

Il seguente diagramma illustra lo schema xsd, riportato per esteso in Appendice B



Nel seguito è riportato un breve estratto di un xml conforme allo schema specificato, ridotto per motivi di spazio.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<EVTS_GEN_DELIVERY xmlns="http://www.autostrade.it/schema/road-events"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.autostrade.it/schema/road-events
  http://simone.5t.torino.it/ns/traffic_info.xsd" date="2014/06/10 16:42:45" numevts="43" supplier="ITTOC"
  schema_version="1.4" >

  <EVTS_RECORD_ROAD for="N">
    <SOURCE>ITTOC</SOURCE>
    <SITUATION_ID>A11382353357_40</SITUATION_ID>
    <EVT_ID>1</EVT_ID>
    <ROAD desc="SS33 - Del Sempione">351</ROAD>
    <LOCATION>
      <LOC_SEC desc="Iselle" km="3.950" x="8.199620" y="46.207290">5152</LOC_SEC>
      <LOC_PRI desc="Sempione/Svizzera" km="3.950" x="8.152470"
        y="46.196310">5153</LOC_PRI>
    </LOCATION>
    <CAUSE desc="Lavori in corso">RMT</CAUSE>
    <EVENT desc="senso unico alternato">SAT</EVENT>
    <DIVERSION>n</DIVERSION>
    <DIRECTION desc="Entrambe">3</DIRECTION>
    <DATE>
      <EVT_START_DATE>2013/10/07 00:00:00</EVT_START_DATE>
      <EVT_UPDATE_DATE>2013/10/21 16:06:00</EVT_UPDATE_DATE>
      <EVT_END_DATE>2014/09/04 17:30:00</EVT_END_DATE>
    </DATE>
    <ADDING_INFORMATION />
    <ATTRIBUTES>
      <ATTRIBUTE code="PHC" desc="Causa lavori in corso" um="">RWK</ATTRIBUTE>
      <ATTRIBUTE code="SUR" desc="Note" um="">REGOLATO DA IMPIANTO
        SEMAFORICO</ATTRIBUTE>
    </ATTRIBUTES>
  </EVTS_RECORD_ROAD>
  <EVTS_RECORD_ROAD for="N">
    <SOURCE>ITTOC</SOURCE>
    <SITUATION_ID>A11382379786_78</SITUATION_ID>
    <EVT_ID>1</EVT_ID>
    <ROAD desc="T1-TRF.Bia - Traforo Del Monte Bianco">257</ROAD>
    <LOCATION>
      <LOC_SEC desc="Piazzale Lato Francese" km="0.000" x="6.921330"
        y="45.846480">2798</LOC_SEC>
      <LOC_PRI desc="Piazzale Lato Italiano" km="0.000" x="6.956860"
        y="45.817270">2800</LOC_PRI>
    </LOCATION>
    <CAUSE desc="Limitazioni di traffico">RES</CAUSE>
    <EVENT desc="limite di carico temporaneo">TGW</EVENT>
    <DIVERSION>n</DIVERSION>
    <DIRECTION desc="Entrambe">3</DIRECTION>
    <DATE>
      <EVT_START_DATE>2013/10/21 20:23:00</EVT_START_DATE>
      <EVT_UPDATE_DATE>2013/10/21 20:26:00</EVT_UPDATE_DATE>
```

```
</DATE>  
<ADDING_INFORMATION />  
  <ATTRIBUTES>  
    <ATTRIBUTE code="SUR" desc="Note" um="">CLASSIFICATI EURO 2</ATTRIBUTE>  
  </ATTRIBUTES>  
</EVTS_RECORD_ROAD>  
</EVTS_GEN_DELIVERY>
```

Scambio informazioni ZTL

Il CSV può fornire informazioni sulle limitazioni alla circolazione dei veicoli sulle aree definite come ZTL

Una ZTL può avere un'estensione che cambia nel tempo su base giornaliera e/o settimanale, quindi è compito del fornitore dei dati aggiornare tali informazioni presso i consumatori, inviandole in modalità push, tramite una chiamata http POST contenente i dati in formato XML.

I dati ritenuti di interesse sono:

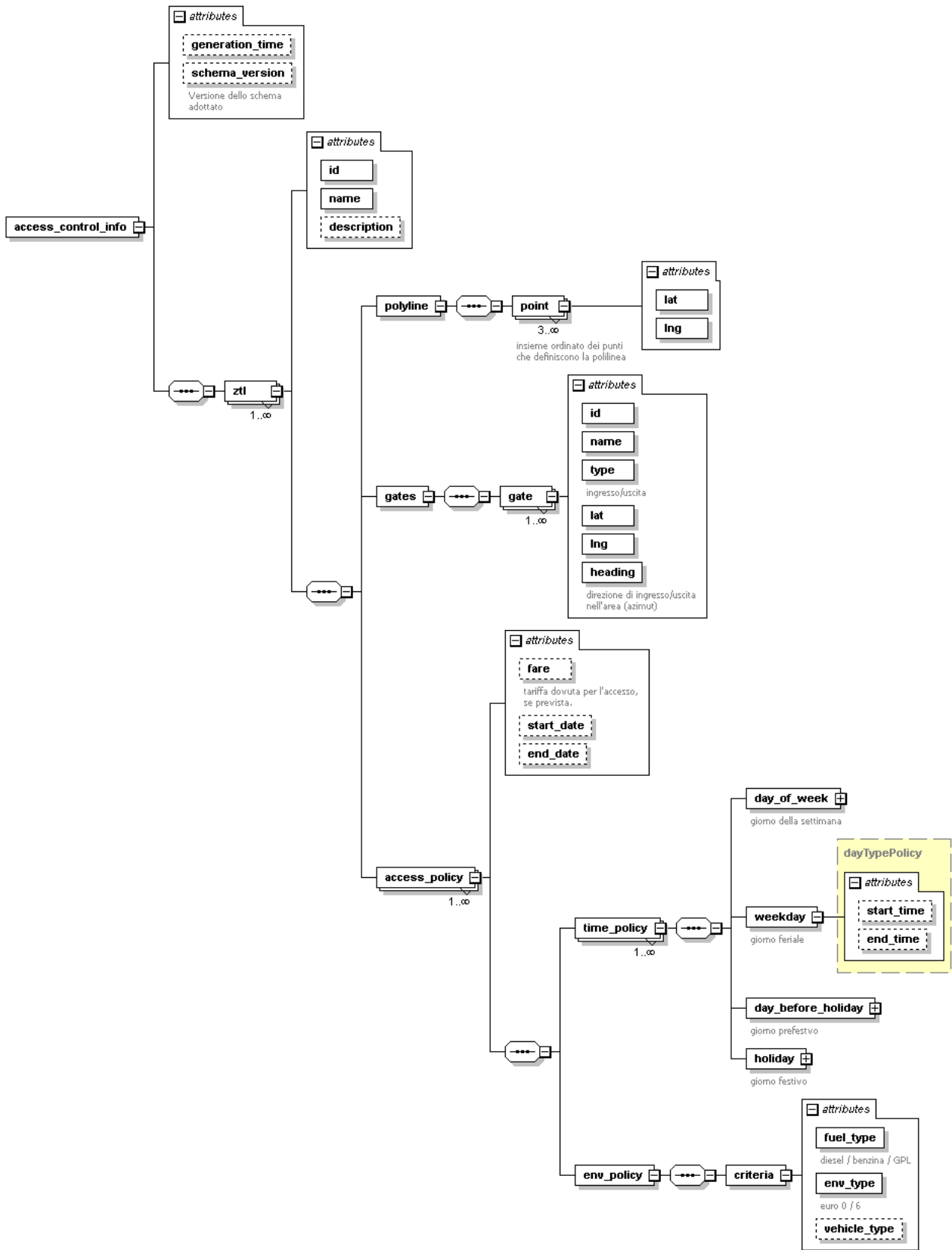
- i confini delle ZTL
- le coordinate di eventuali varchi
- gli orari delle restrizioni alla circolazione
- ulteriori dati informativi relativi all'area (come ad esempio quelli del tipo visualizzato dai pannelli a messaggio variabile).

I dati che definiscono geometricamente l'area soggetta a restrizioni d'accesso sono un insieme di punti (in coordinate WGS84) che costituisce la polilinea limite della ZTL. I varchi, o punti di ingresso nell'area, sono definiti con le coordinate WGS84 e con la direzione di ingresso, espressa in gradi nord.

Le politiche di accesso definiscono invece i criteri di ammissibilità nella zona, sotto il profilo temporale, ecologico o combinazione di più criteri.

Nella definizione attuale del protocollo si sono considerati i soli criteri temporale ed ecologico; la natura del formato xml scelto permette altresì di estendere le politiche di accesso aggiungendo criteri e combinazioni di criteri.

Il seguente diagramma illustra lo schema xsd, riportato per esteso in Appendice C



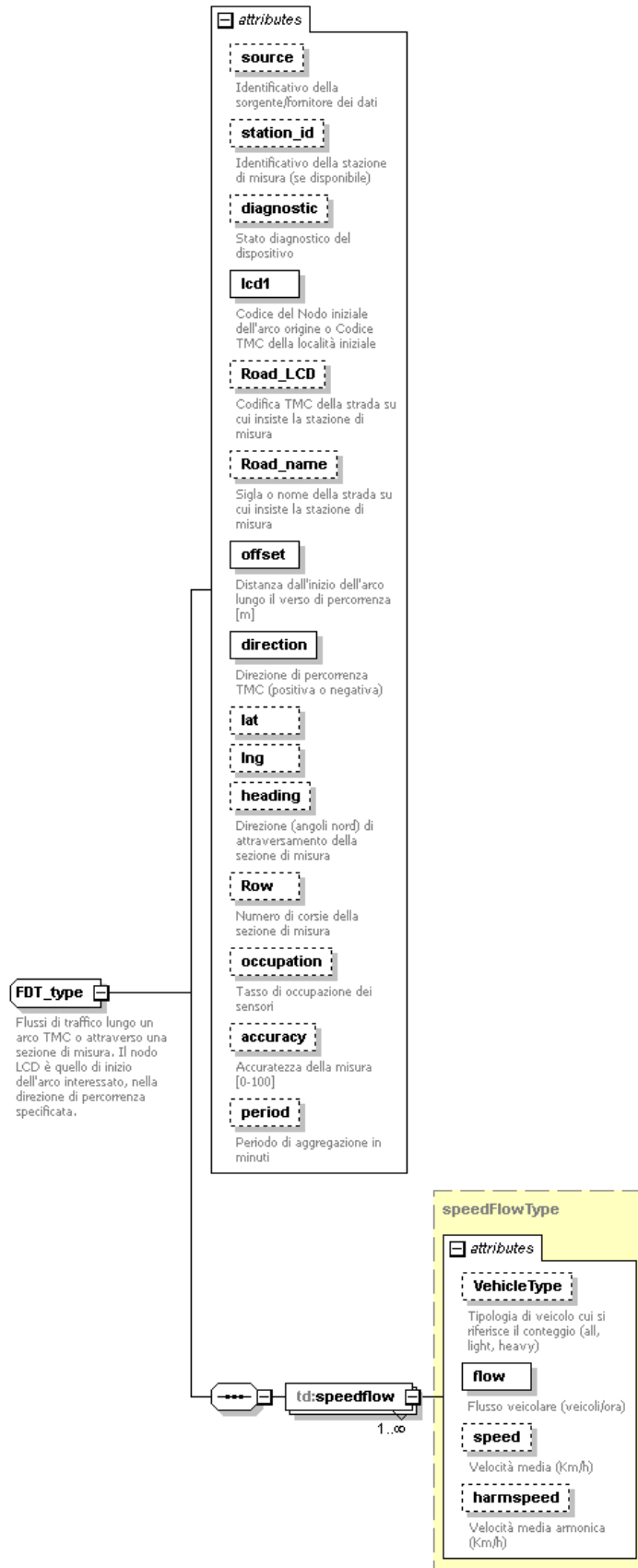
Di seguito è riportato un esempio di xml, conforme allo schema xsd sopra riportato, ridotto per questioni di spazio:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<access_control_info xmlns="http://www.5t.torino.it/simone/ns/access_control_info"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.5t.torino.it/simone/ns/access_control_info
  http://www.5t.torino.it/simone/ns/access_control_info.xsd"
  generation_time="2009-06-30T09:03:12"
  schema_version="1.1">
  <ztl id="1" description="chiusa al transito e alla sosta dalle 7.30 alle 10.30 dal lunedì al venerdì,
festivi esclusi" name="ZTL centrale">
    <polyline>
      <point lat="45.25648" lng="7.12345"/>
      <point lat="45.78843" lng="7.54321"/>
      <point lat="45.52418" lng="7.54286"/>
    </polyline>
    <entry_gates>
      <gate heading="0" lat="45.78843" lng="7.54321"/>
      <gate heading="56" lat="45.12457" lng="7.65278"/>
      <gate heading="355" lat="45.78453" lng="7.65245"/>
    </entry_gates>
    <access_policy fare="2">
      <time_policy>
        <weekday start_time="07:30:00" end_time="10:30:00"/>
        <day_before_holiday start_time="08:30:00" end_time="10:30:00"/>
        <holiday />
      </time_policy>
      <env_policy>
        <criteria env_type="euro 0" eng_type="petrol"/>
        <criteria env_type="euro 1" eng_type="diesel"/>
      </env_policy>
    </access_policy>
  </ztl>
</access_control_info>
```

Scambio Flussi di Traffico (FdT)

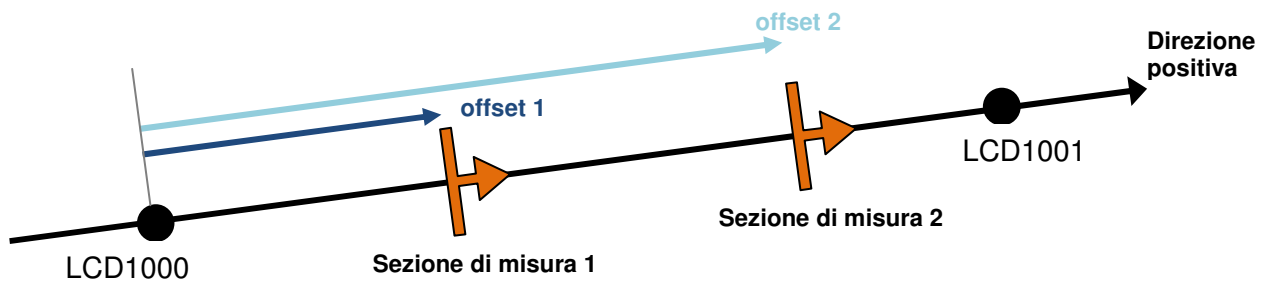
Al fine di contenere i dati relativi ai flussi di traffico e velocità misurati o calcolati in sezioni di misura, viene definito un sottotipo *FDT_Type* come estensione dello schema *traffic_data.xsd*.

Il seguente schema ne rappresenta i contenuti:



3.1.9 **Nota sulla localizzazione**

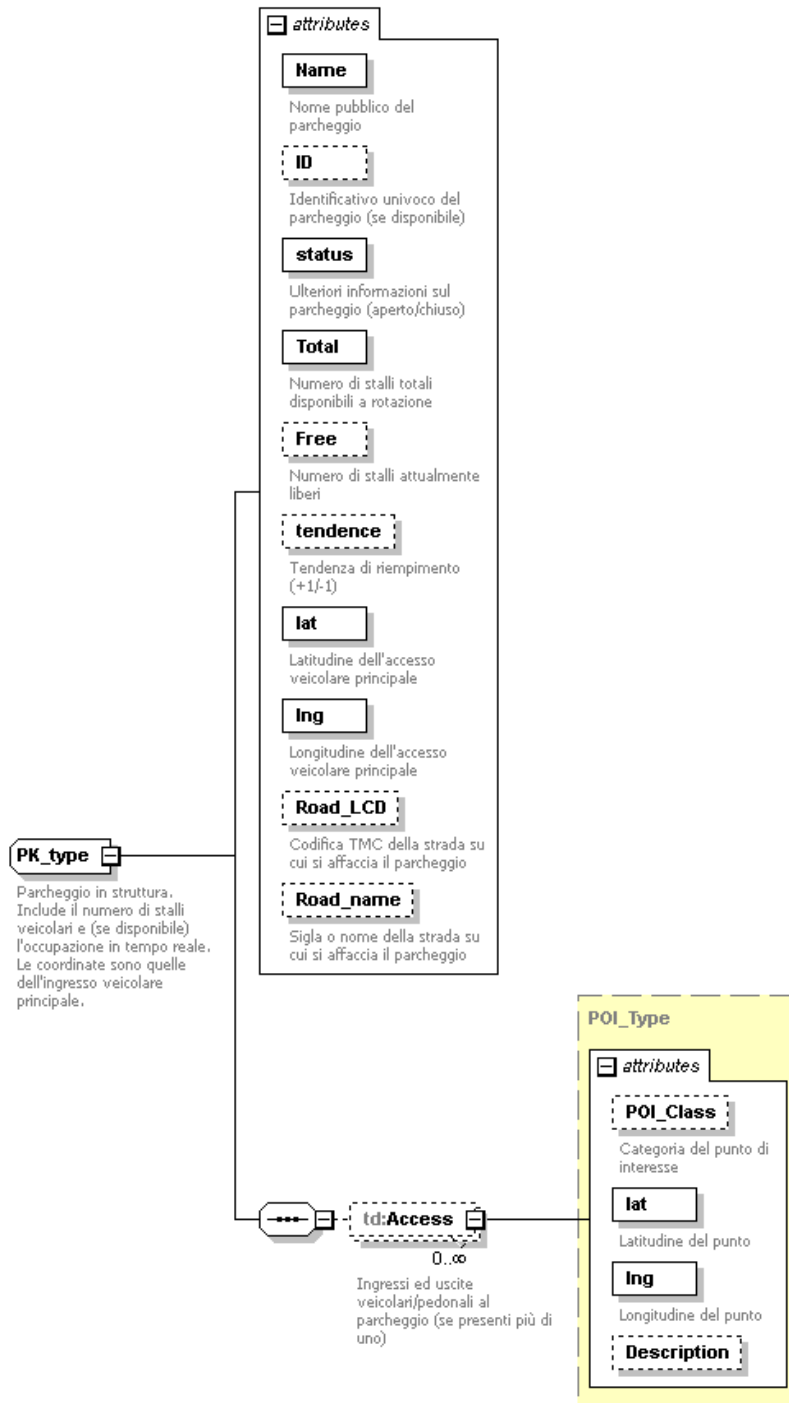
Si noti che ciascuna sezione di misura è definita dalla propria posizione lineare lungo l'arco TMC: la posizione è data dal codice del nodo immediatamente precedente la stazione (lungo la direzione di percorrenza), e dalla distanza in metri della stazione dal nodo stesso. Questo permette, tra le altre cose, di posizionare più stazioni di misura con offset differenti sullo stesso arco TMC (come può avvenire in ambito urbano): in tal caso sarà compito di chi riceve i dati elaborarli ed utilizzarli nel modo che ritiene più consistente. Un esempio di tale situazione è riportato nello schema seguente:



Per ciascuna stazione sono contemplate le coordinate geografiche ed il verso di attraversamento, in modo da permettere l'eventuale map-matching o la rappresentazione geografica di dettaglio.

Informazioni sui parcheggi (PK)

Il seguente schema rappresenta i contenuti per lo scambio dati sullo stato in tempo reale dei parcheggi:

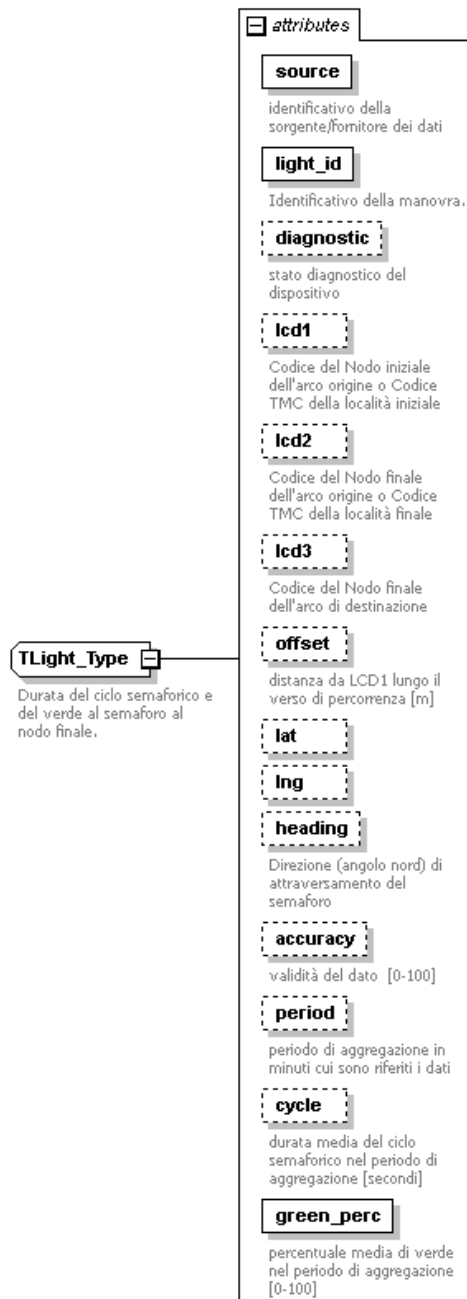


Si noti che per ciascun parcheggio è possibile sia definire una coppia di coordinate **lat/lng** generiche (per i casi più semplici) che specificare nel campo **td:Access** una lista di punti di accesso/uscita veicolari e pedonali di tipo **POI_Type**, scegliendo come **POI_Class** i valori *Car_entrance*, *Car_exit* o *Pedestrian*.

Scambio dati fasi semaforiche (TLight)

Al fine di consentire lo scambio di dati relativi ai tempi di ciclo ed alle percentuali di verde delle fasi semaforiche, viene definito un sottotipo *TLight_Type* come estensione dello schema *traffic_data.xsd*.

Il seguente schema ne rappresenta i contenuti:

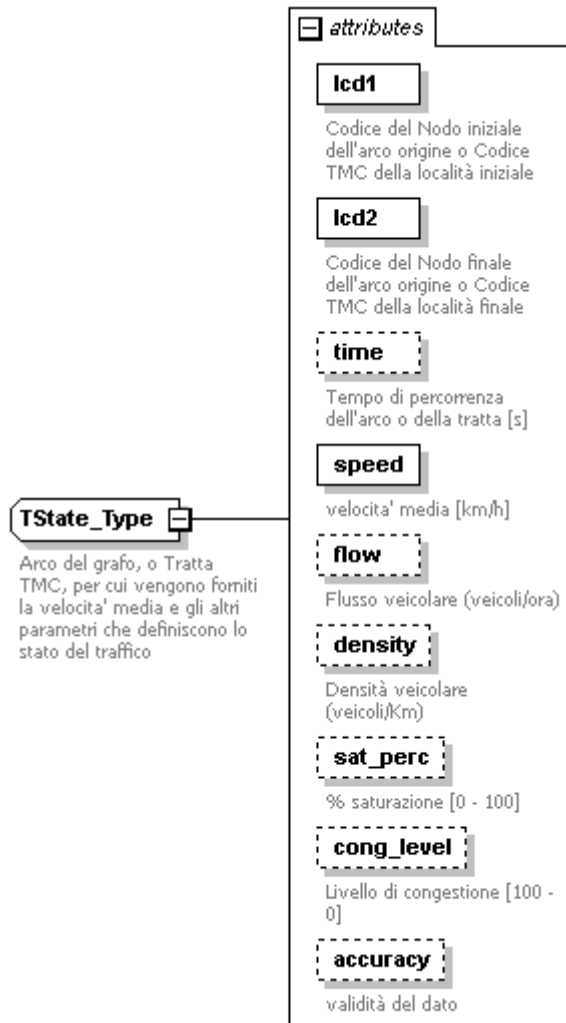


I tempi di ciclo e le percentuali di verde sono, tipicamente, dati che vengono scambiati da sottosistemi del Centro Servizi Veicoli quali, ad esempio, l'UTC (Urban Traffic Control – Sistema di controllo semaforico) ed il Supervisore.

Scambio dati sullo stato del traffico, attuale e previsto (TState)

Il sottotipo *TState_Type*, definito come estensione dello schema *traffic_data.xsd*, consente lo scambio di dati relativi allo stato del traffico (flussi, tempi, densità, livello LOS) sia tra sottosistemi del CSV sia verso l'esterno.

Il seguente schema ne rappresenta i contenuti:



Appendice A

xsd-schema del protocollo scambio dati di traffico

Il file di dettaglio può essere recuperato all'indirizzo

http://simone.5t.torino.it/ns/traffic_data.xsd

Appendice B

xsd-schema del protocollo scambio messaggi informativi di traffico

Il file di dettaglio può essere recuperato all'indirizzo

http://simone.5t.torino.it/ns/traffic_info.xsd

Appendice C

xsd-schema del protocollo Informazioni sul controllo accessi ZTL

Il file di dettaglio può essere recuperato all'indirizzo

http://simone.5t.torino.it/ns/access_control.xsd

Appendice D – Valori ammissibili per il tipo vehicle_type

CLASSIFICAZIONE INTERNAZIONALE DEI VEICOLI A MOTORE

- Categoria L1: veicoli a due ruote con motore di cilindrata non superiore a 50cc con velocità massima non superiore a 50 km/h.
- Categoria L2: veicoli a tre ruote con cilindrata non superiore a 50cc e con velocità massima di 50 km/h.
- Categoria L3: veicoli a due ruote con motore di cilindrata superiore a 50cc con velocità massima superiore a 50 km/h.
- Categoria L4: veicoli a tre ruote asimmetriche rispetto all'asse longitudinale mediano (come ad esempio i sidecar) con motore di cilindrata superiore a 50cc e con velocità massima superiore a 50 km/h.
- Categoria L5: veicoli a tre ruote simmetriche rispetto all'asse longitudinale mediano con cilindrata superiore a 50cc o con velocità superiore a 50 km/h.
- Categoria M: veicoli a motore destinati al trasporto di persone con almeno quattro ruote.
- Categoria M1: veicoli a motore destinati al trasporto di persone con al massimo otto posti a sedere oltre al sedile del conducente.
- Categoria M2: veicoli a motore destinati al trasporto di persone con più di otto posti oltre al sedile del conducente e massa massima non superiore a 5t.
- Categoria M3: veicoli destinati al trasporto di persone con più di otto posti a sedere oltre al sedile del conducente e massa massima superiore a 5t.
- Categoria N: veicoli a motore destinati al trasporto di merci con almeno quattro ruote.
- Categoria N1: veicoli destinati al trasporto di merci aventi massa massima non superiore a 3,5t.
- Categoria N2: veicoli destinati al trasporto di merci con massa massima superiore a 3,5t ma non superiore a 12t.
- Categoria N3: veicoli destinati al trasporto di merci con massa massima superiore a 12t.

La classificazione di cui sopra copre solo parzialmente le esigenze del sistema in progetto. Pertanto viene ampliata introducendo una classificazione alternativa che identifica con maggior dettaglio le seguenti tipologie di veicoli:

- AU Autovetture
- VC veicoli commerciali leggeri
- VP veicoli commerciali pesanti
- TX Taxi
- MPU Mezzi Pubblici Urbani (autobus)
- MPE Mezzi Pubblici Extraurbani (autobus)
- MTR Tram
- BUS Pullman/autobus non di linea (non mezzo pubblico)
- MSP Mezzi speciali (autoambulanza, mezzo raccolta rifiuti, etc.)

Ad esempio, i bus urbani GTT verranno indicati con: "MPU".