

WP3.6 Trasporto Flessibile – Trasporto a Chiamata

Acronimi utilizzati nel documento

Acronimo	Descrizione	Annotazioni
CEN	<p>Centro Europeo di Normazione</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comité européen de normalisation in francese, European • Committee for Standardization in inglese 	
DRT	Demand-Responsive Transport	
GHG	GreenHouse Gas emissions	
GIS	Geographical Information System	
GTFS	General Transit Feed Specification	
GTFS-Flex	Estensione del modello dati GTFS per la gestione dei servizi FTS/DRT	
FTS	Flexible Transport Service	
ICT	Information and Communication Technology	
ITS	Intelligent Transportation Systems	
MaaS	Mobility as a Service	
NeTEx	Network and Timetable Exchange	
OTP	OpenTripPlanner	
TdV	Titolo di Viaggio	
TPL	Trasporto Pubblico Locale /cfr. Transit (eng)	

Tabella 1 - Acronimi utilizzati nel documento

Introduzione: FTS versus DRT

In letteratura si usano spesso i termini:

- **FTS Flexible Transport Systems**
- **DRT Demand Responsive Transports**

FTS e DRT sono termini spesso utilizzati per descrivere servizi simili: **FTS è tuttavia un concetto più generale di DRT**, poiché la flessibilità non è necessariamente connessa alla domanda, ma può essere legata ad altri fattori quali i costi operativi o l'ottimizzazione dei costi.

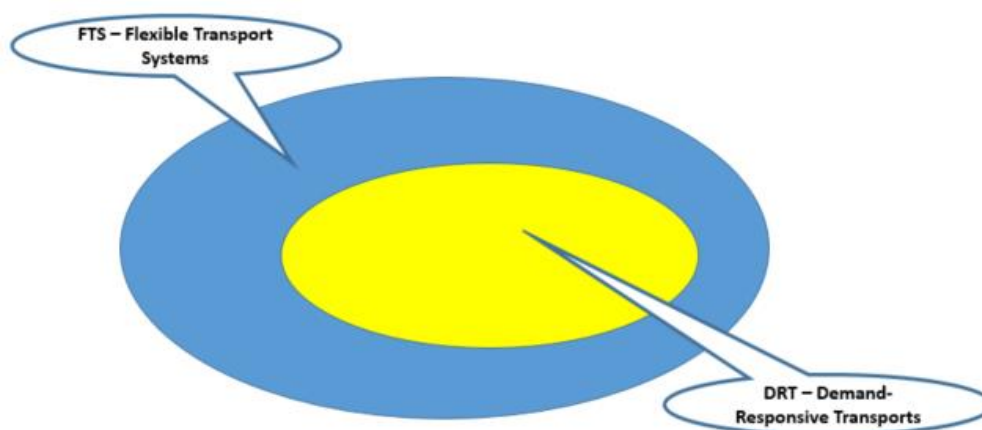


Figura 1 - FTS vs DRT

Laddove non sia necessario operare una distinzione saranno usati entrambi i termini.

Con DRT si intende una modalità di trasporto flessibile che si adatta alla domanda da parte di differenti gruppi di utenti.

In passato il DRT è stato spesso utilizzato soprattutto in funzione delle sue ricadute sociali, con particolare riferimento alle persone con limitate capacità di movimento o residenti in località disagiate.

Negli ultimi anni sono sempre più evidenti i benefici del DRT in termini ambientali, con la riduzione del numero di veicoli privati, il supporto del trasporto multimodale a livello urbano, nell'accezione di soluzione primo miglio/ultimo miglio nel collegamento di piccole comunità situate all'interno di più ampie reti di trasporto.

La UE negli ultimi anni supporta soprattutto quest'ultima visione del DRT.

I fattori che spingono per il FTS/DRT

Le regioni europee stanno affrontando numerose sfide relative al trasporto e alla mobilità, sfide che richiedono nuove soluzioni, nuove tecnologie e nuovi modelli di business.

In Europa il trasporto contribuisce al 25% circa delle emissioni di gas serra (GHG), con un significativo impatto sulla salute dei cittadini, essendo il principale responsabile del degrado della qualità dell'aria nelle aree urbane; l'abbassamento del GHG è pertanto essenziale.

Altri fattori determinanti sono i cambiamenti demografici e nuove tecnologie.

Le città nel mondo sono sempre più grandi: le Nazioni Unite stimano che nel 2050 il 66% della popolazione globale vivrà nelle aree urbane (dal 54% del 2014), determinando maggiore congestione e aumentando la domanda di servizi di trasporto.

Contemporaneamente è sempre più difficile mantenere servizi di trasporto pubblico in aree rurali sempre meno popolate.

L'aumento dell'età media della popolazione determina una richiesta sempre maggiore di servizi che rendano alta la qualità di vita di questa fascia sociale.

Altri fattori sono legati alla differente percezione della proprietà del veicolo privato in altre fasce sociali, conseguenti ai concetti di *sharing economy*, alle applicazioni mobili, ai sistemi di telecomunicazione e alla connettività di rete.

Cosa è il trasporto demand-responsive?

DRT è un servizio di trasporto in cui l'operatività quotidiana non è rigidamente pianificata ma determinata dinamicamente dalla domanda dell'utente.

Ciò implica che l'utente utilizzi un **servizio di prenotazione**; questo provvederà a pianificare dinamicamente percorsi e orari per raccogliere gli utenti e portarli a destinazione.

Questi sistemi stanno utilizzando sempre più diffusamente connessioni Internet – via siti web e/o app – per consentire la prenotazione.

Tuttavia il DRT – nonostante i benefici – è ad oggi largamente inutilizzato.

Riduzione delle emissioni di COx e miglioramento dei flussi di trasporto nelle aree urbane

Con l'aumento della popolazione urbana, e il conseguente maggior uso del mezzo privato, gli Enti pubblici cercano di incentivare soluzioni a minore emissione di carbonio, quali trasporto pubblico, biciclette e spostamenti a piedi.

Il DRT può occupare una nicchia significativa nei piani di mobilità con la connessione di aree suburbane per mezzo di hub quali stazioni ferroviarie, metropolitana e altro, riducendo le emissioni di COx e l'utilizzo del mezzo privato.

Per ottenere risultati è necessario assicurare l'efficienza e la facilità di utilizzo dei DRT, riducendo la percezione che siano lenti o inefficienti.

Questi fattori, la sempre maggiore consapevolezza della sharing economy e l'ubiquità delle soluzioni ICT portano all'affermarsi della MaaS.

Esempio

La municipalità di Niepolomice (Cracovia, Polonia) ha implementato un sistema di bus a chiamata (Tele-Bus), privo di linee e orari regolari, operanti in 3 distretti a bassa densità abitativa.

L'utente può richiedere un viaggio tra 2 fermate sulle 77 disponibili nell'area, fino a 30' prima della partenza desiderata.

Le principali fasce di utenti sono: lavoratori pendolari, studenti e anziani.

Dopo una iniziale opposizione alla cancellazione di linee tradizionali, il sistema DRT ha oggi più di 3.500 utenti/mese dai 300 del 2007.

Connettività economicamente efficiente per le popolazioni rurali

Il FTS/DRT può giocare un ruolo molto importante in aree rurali dove la connettività offerta dal trasporto pubblico è poco sviluppata, dove sviluppare un sistema TPL completo è diseconomica.

In molte aree il FTS/DRT offre quindi un'alternativa economicamente sostenibile, disponibile solamente ove e quando necessaria.

Il FTS/DRT può contribuire ad aumentare l'attrattività di queste aree, evitando ulteriori fenomeni di spopolamento e renderle più accessibili dal punto di vista turistico mediante collegamenti con le infrastrutture di trasporto principali.

Supporto ai cittadini con mobilità limitata

Il FTS/DRT è nato già negli anni '60 come strumento per supportare persone dalla mobilità limitata, in particolare anziani e disabili, aumentandone l'indipendenza e la qualità di vita.

Questi sistemi FTS/DRT sono tradizionalmente finanziati dagli Enti pubblici o da fondazioni del terzo settore, con modelli di business basati su abbonamenti e tariffe: questi modelli saranno soggetti nell'immediato futuro a importanti cambiamenti legati ai nuovi sistemi ITS.

Esempio

La rete Kavalir (Lubiana, Slovenia), fornisce piccoli veicoli elettrici a cittadini a mobilità limitata che si muovono attorno al centro pedonale della città.

Il servizio intende semplificare shopping e attività sociali a persone che sarebbero altrimenti danneggiate dal limitato accesso veicolare al centro della città.

I veicoli possono essere prenotati via telefono; l'autista effettua fermate laddove l'utente lo ha richiesto.

Gli utenti sono dotati di una card che rende nota all'autista del mezzo la particolare disabilità del soggetto (ipovedente, etc.) per una maggiore efficienza del servizio.

I veicoli sono finanziati dalla municipalizzata del TPL, dal Comune e dall'Ufficio del Turismo di Lubiana.

FTS/DRT e Maas

Mentre le tipiche forme di FTS/DRT sono tradizionalmente basate sul **connubio bus-call center**, nuove tecnologie e nuovi modelli di business – legate all'avvento dei sistemi MaaS - hanno introdotto negli ultimi anni nuove soluzioni.

Le piattaforme MaaS comprendono una combinazione di sistemi di pagamento *cashless*, applicazioni mobili e reti di trasporto integrate.

Il FTS/DRT diventa quindi una parte del MaaS, integrato con la rete di trasporto, la condivisione di veicoli e taxi.

Finora sono pochi i sistemi MaaS pienamente operativi (es. Whim in Finlandia) ma le possibilità esploderanno con l'avvento delle nuove tecnologie di comunicazioni mobili (5G).

Il MaaS richiede informazioni sicure, dinamiche e aggiornate sui servizi di trasporto, integrate con informazioni sullo stato della rete stradale (es. lavori in corso) e sui flussi di traffico.

I sistemi MaaS non solo permettono all'utente di accedere a informazioni ottimali sui sistemi di trasporto, ma anche di plasmare il servizio, dato che questo si adatterà alla domanda.

Un sistema MaaS integra operatori di trasporto pubblico e privato in una singola applicazione o sito web che permette di pianificare il viaggio e pagare il biglietto, distribuendo i proventi tra tutti gli operatori coinvolti.

Questi sistemi sono anche in grado di utilizzare le preferenze espresse dagli utenti (es. modalità di trasporto preferita).

Sfide a livello regionale

La sfida principale consiste nel livello di coordinazione necessario tra gli stakeholder, investimenti ICT e un modello finanziario sostenibile.

Parametri

<i>Come è possibile prenotare il viaggio?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Per telefono • Internet (sito web/app)
<i>Quando è richiesta la prenotazione?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nello stesso giorno/quando necessario • In anticipo • Prenotazioni ripetute periodicamente
<i>Con che frequenza dovrebbe svolgersi il servizio?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solo quando è richiesto • Un certo numero di viaggi per giorno
<i>Quanto è flessibile il percorso?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Completamente predefinito, ma viene svolto solo quando c'è domanda • Possibili deviazioni all'interno di un determinato corridoio • Completamente flessibile
<i>Dove sono raccolti e scaricati gli utenti?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • M-N • 1-N/N-1 • 1-1
<i>Che tipo di area copre il servizio?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rurale • Sobborghi • Misto
<i>Chi sono gli utenti principali?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tutti • Gruppi svantaggiati • Gruppi privati
<i>Tipo di veicoli usati?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Auto • Minibus • Bus
<i>Prezzo?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gratuito • Pagato
<i>Come è finanziato il DRT?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sovvenzionato • Parzialmente sovvenzionato • Commerciale
<i>Grado di competizione con le altre soluzioni di trasporto?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Alto • Basso

Tabella 2 - Parametri caratterizzanti il trasporto flessibile

Implementazioni standard o quasi-standard delle informazioni inerenti FTS/ DRT

La conoscenza dei sistemi del TPL rappresenta un *pillar* fondamentale nei sistemi MaaS, pertanto il ricorso a standard ufficiali (*de iure*) o comunque affermati (*de facto*) per quanto riguarda i dati e il loro interscambio ha un'importanza decisiva, sia in termini di implementazione delle applicazioni che – conseguentemente – in termini economici.

In questo capitolo esamineremo quanto possono offrire agli FTS/DRT

- un approccio standard *de facto* (**GTFS_Flex**) di origine statunitense e
- l'approccio standard *de iure* europeo (**NeTEx**).

Un approccio standard de facto: GTFS-Flex

GTFS-Flex (<https://github.com/MobilityData/gtfs-flex>) è l'estensione del formato GTFS (cfr. [GTFS-1]) che permette di utilizzare i servizi FTS/DRT nell'ambito di applicazioni di trip planning quali OpenTripPlanner (OTP).

GTFS-Flex nasce nel 2016 con la versione 1, compatibile con OTP1.4; nel novembre 2020 è stata ufficializzata la versione 2, i cui feed sono gestibili con OTP2: nel seguito faremo riferimento a **GTFS-Flex v.2**.

Attualmente GTFS-Flex è utilizzato da oltre 100 agenzie di trasporto a livello globale.

Il formato GTFS-Flex (in riferimento al GTFS) è descritto in [GTFS-FLEX-1].

Nella figura seguente è evidenziato come le entità GTFS-Flex si innestano nello schema GTFS.

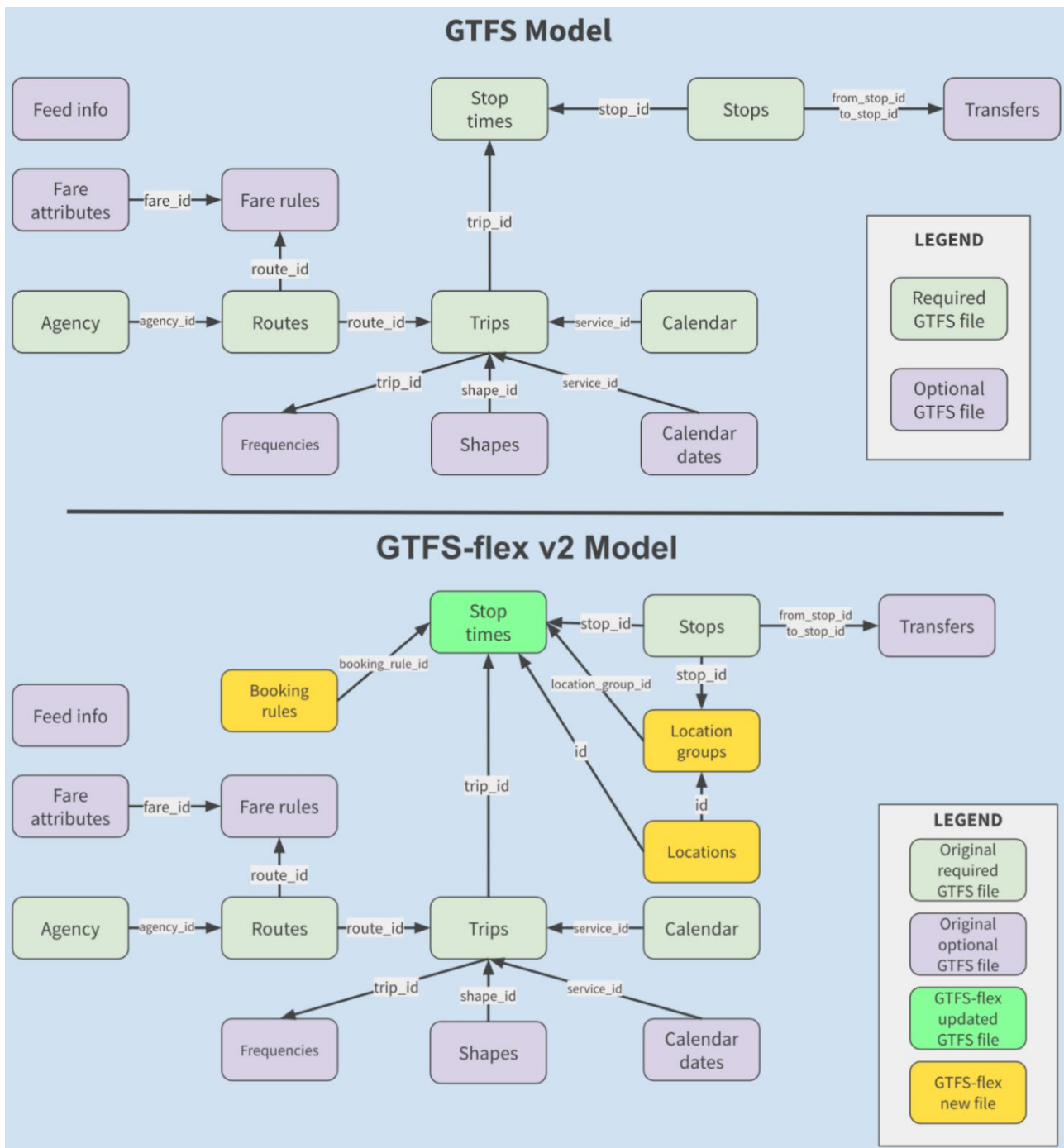


Figura 2 - modello GTFS esteso a GTFS-FLEX

GTFS-Flex v2 aggiunge due estensioni al modello GTFS che permettono di modellare diversi servizi FTS/DRT che non utilizzano sempre fermate fisse:

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Estensione	Descrizione
GTFS-FlexibleTrips	Modella servizi flessibili che operano secondo uno schema ma possono rispondere a richieste on-demand da parte di singoli utenti.
GTFS-BookingRules	Modella informazioni di prenotazione di servizi on-demand gestiti da GTFS-FlexibleTrips, es. tempi utili per le prenotazioni, numeri di telefono da chiamare etc.

Tabella 3 - estensioni GTFS-Flex al modello GTFS

GTFS-FlexibleTrips

Scopi

Questa estensione descrive servizi che operano su base pianificata ma includono una o più caratteristiche flessibili:

- **Dial-a-ride:** il veicolo serve una zona ove salita/discesa passeggeri sono consentite solamente in determinate ore di servizio
- **Servizi a deviazione di percorso:** il veicolo serve un percorso fisso e un set ordinato di fermate e può deviare per far salire o scendere passeggeri tra le fermate
- **Servizi point-to-zone:** il viaggiatore può salire ad una fermata fissa (es. una stazione ferroviaria e scendere ovunque entro una determinata area o viceversa. Le partenze da alcune località sono pianificate o sincronizzate con altri servizi
- **Servizi point-deviation o checkpoint:** il viaggiatore può salire a bordo presso una fermata fissa e scendere ovunque tra una lista non-ordinata di fermate o viceversa. L'autista serve le fermate solo su richiesta
- **Servizi hail-and-ride:** il veicolo rimane su un percorso fisso, ma il viaggiatore può richiedere una fermata ovunque lungo il percorso in cui salire o scendere.

In sintesi l'estensione descrive i tempi e le posizioni per cui può essere richiesto un servizio flessibile.

In generale

L'estensione GTFS-FlexibleTrips:

- **Descrive località o gruppi di località dove i viaggiatori possono richiedere di salire o scendere:** queste località sono incluse nei nuovi files `location-groups.txt` e `locations.geojson`
- **Indica gli orari in cui i servizi sono disponibili alle località on-demand e i tempi di percorrenza attesi:** nuovi campo nel file `stop_times.txt` forniscono i range che equivalgono alle ore di servizio e ai tempi di viaggio previsti su viaggi on-demand

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

- **Specifica gli elementi della corrente specifica necessari per informare i viaggiatori su come interpretare i file elencati in precedenza:** nuovi campi in `stop_times.txt` che equivalgono alle ore di servizio e ai tempi di viaggio previsti per le località

Requisiti

Nessuno, è un'estensione del formato GTFS.

Tuttavia, per consentire a un travel planner di fornire informazioni all'utente su come richiedere i servizi flessibili, i gestori dei servizi devono anche produrre quanto specificato nell'estensione *GTFS-BookingRules*.

File estesi o aggiunti

Per ulteriori dettagli cfr. <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/reference.md>

Ulteriori definizioni

Demand response (su richiesta)

“Demand response (responsive)” si riferisce a servizi di trasporto in cui un veicolo fa salire o fa scendere un passeggero in un punto qualsiasi della rete stradale all'interno di una determinata area (es. dial-a-ride o paratransit).

Un itinerario demand-responsive sarà visibile se il viaggio di un utente ricade in un'area demand-responsive negli orari e nei giorni in cui il servizio viene effettuato.

I servizi DRT saranno disponibili solo se l'utente li prenota presso l'Azienda TPL, per cui l'itinerario dovrà avere le informazioni di prenotazione associate.

Queste informazioni potranno anche riguardare l'utilizzabilità del servizio da parte di particolare fasce di utenti (over65, disabili etc.).

Route deviation

I servizi a deviazione di percorso riguardano servizi a percorso fisso in cui il veicolo può deviare dal tracciato fisso per raccogliere o scaricare viaggiatori.

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

La deviazione coinvolge tipicamente un buffer attorno al percorso fisso, all'interno del quale il mezzo può servire i viaggiatori per poi ritornare al percorso fisso.

Per vedere i risultati delle deviazioni nel travel planner l'utente deve scegliere origine e destinazione (analogamente ad un percorso pianificato fisso).

Se il percorso è soggetto a deviazione di percorso, la deviazione dovrà essere visibile sull'interfaccia mappa.

Inoltre ogni regola di utilizzo del servizio dovrà essere mostrata (es. se la deviazione è disponibile su prenotazione dovrà essere mostrato il numero verde da chiamare etc.).

Continuous stops

Questa modalità descrive servizi a percorso fisso in cui un viaggiatore può salire o scendere in posizioni intermedie tra fermate pianificate.

Un viaggiatore è in attesa sulla strada e segnala al guidatore la volontà di salire sul mezzo (**flex-ingress**); una volta a bordo, potrà scendere a una fermata regolare o (se possibile) in una posizione intermedia tra fermate pianificate (**flex-egress**).

Il travel planner restituirà un itinerario a fermate continue se i punti origine o destinazione sono ad una distanza percorribile a piedi da un tracciato a percorso fisso e non vicini a fermate fisse (in questo caso saranno le fermate pianificate a fungere da origine o destinazione).

Nel travel planner dovranno essere visualizzate informazioni su come richiedere questo particolare tipo di servizio.

GTFS-BookingRules

Scopi

Molti servizi flessibili descritti dall'estensione *GTFS-FlexibleTrips* devono essere prenotati in anticipo e/o prenotati per telefono o via web.

Questa estensione fornisce al viaggiatore informazioni su come richiedere il servizio.

File estesi o aggiunti

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Per ulteriori dettagli cfr. <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/reference.md>

Un approccio standard de iure: NeTEx

Introduzione

NeTEx è uno standard CEN per l'interscambio dei dati sul trasporto pubblico.

Secondo NeTEx il termine “trasporto flessibile” indica che le fermate, le aree, le linee e gli altri elementi che caratterizzano un sistema di trasporto pubblico hanno differenti gradi di variabilità rispetto ad un sistema pianificato fisso.

La rappresentazione NeTEx di una rete (network) del trasporto pubblico può essere usata per qualsiasi modalità di trasporto (bus, treno, metro etc.): gli stessi elementi del modello NeTEx possono essere usati in modi differenti in viste concettuali differenti, e.g. in una schematizzazione ad alto livello della rete passeggeri oppure in una sequenza *stop-by-stop* di un percorso per uno specifico viaggio pianificato.

Nella rappresentazione NeTEx possono essere descritti i differenti tipi di punti (stazioni, fermate del bus, aeroporti etc.) la loro struttura e le loro proprietà (accessibilità, attrezzature etc.).

Possono essere descritti con precisione:

- la relazione tra la rappresentazione di una fermata come insieme di punti fisici (e.g. una stazione con i suoi binari)
- la fermata come elemento di un orario
- la fermata come località per cui ottenere informazioni in tempo reale

Oltre a una visione classica della rete NeTEx può descrivere anche le caratteristiche degli elementi topologici flessibili che descrivono i servizi flessibili.

Alcuni elementi della rete fissa possono essere utilizzati per descrivere elementi topologici che caratterizzano i servizi flessibili.

Riferimenti alla documentazione NeTEx

Le specifiche di dettaglio NeTEx sono contenute in [NeTEx-N1]. Una rappresentazione sintetica della rete del trasporto pubblico è in [NeTEx-W6].

La **topologia base della rete** - descritta in [NeTEx-N1] – è rappresentata da classi di oggetti quali:

- Percorsi nella rete: ROUTEs, JOURNEY PATTERNs, TIMING PATTERNs, SERVICE PATTERNs etc., entità lineari connesse a entità puntuali quali:
 - Punti operativi: TIMING POINTs, GARAGEs, CREW POINTs, BEACON POINTs, etc.
 - Punti per i servizi ai passeggeri: SCHEDULED STOP POINTs, STOP AREAs, CONNECTIONs etc.
- Raggruppamenti di servizi per scopi di marketing: LINEs

Per rappresentare gli FTS, NeTEx introduce il **concetto di struttura flessibile delle linee**, definita mediante:

- Topologie flessibili: FLEXIBLE ROUTEs, FLEXIBLE POINT PROPERTIES, FLEXIBLE LINK PROPERTIES
- Elementi di servizio passeggeri flessibili: FLEXIBLE STOP PLACES, FLEXIBLE QUAYS
- Elementi flessibili per scopi di marketing: FLEXIBLE LINES

Altri aspetti legati ai FTS sono definiti in [NETEx-N2]:

- FLEXIBLE SERVICE PROPERTIES, BOOKING ARRANGEMENTs

In [NETEx-N3] sono inoltre descritti aspetti più specifici relativi alle prenotazioni dei servizi.

Le reti di trasporto flessibile

Il comportamento flessibile dei servizi di trasporto pubblico

NeTEx è progettato per supportare FTS e DRT: questi offrono servizi spesso simili; come già evidenziato FTS è un concetto più generale, poiché la flessibilità non è sempre correlata direttamente alla domanda (come nel caso DRT), ma può essere associata ad altri fattori quali le necessità operative o l'ottimizzazione dei costi.

Nella documentazione NeTEx si usa il termine FTS per coprire entrambi gli aspetti.

NeTEx distingue 2 aspetti:

- **La flessibilità della topologia di rete:** servizi che coprono un'area variabile
- **La flessibilità dei servizi di rete:** servizi che possono variare nel tempo o soddisfano una particolare domanda dell'utenza

Entrambi gli aspetti possono essere combinati per descrivere una rete flessibile oppure sussistere separatamente.

La definizione di aree a copertura flessibile

I FTS devono essere consultabili esattamente con i servizi “fissi”, ad esempio in un travel planner, onde rendere l’utenza consapevole della loro esistenza.

NeTex permette di rappresentare FTS basati su zonazioni o aree (sezioni) in cui essi sono presenti utilizzando particolari elementi del modello: in questo modo le sezioni o le zone vengono mostrate come vere e proprie “fermate” in un travel planner.

Gli FTS possono comunque utilizzare fermate regolari (“fisse”) per parte del percorso o per l’intero percorso.

La figura seguente schematizza una sezione “Hail & Ride” (cfr.Figura 3 – esempio di servizio di trasporto flessibile di tipo “Hail & Ride) lungo una linea di bus.

Ha due punti di partenza e arrivo separati (uno per ogni direzione): tra la partenza e l’arrivo il veicolo può essere fermato in ogni punto del percorso (su richiesta) per imbarcare o sbarcare passeggeri.

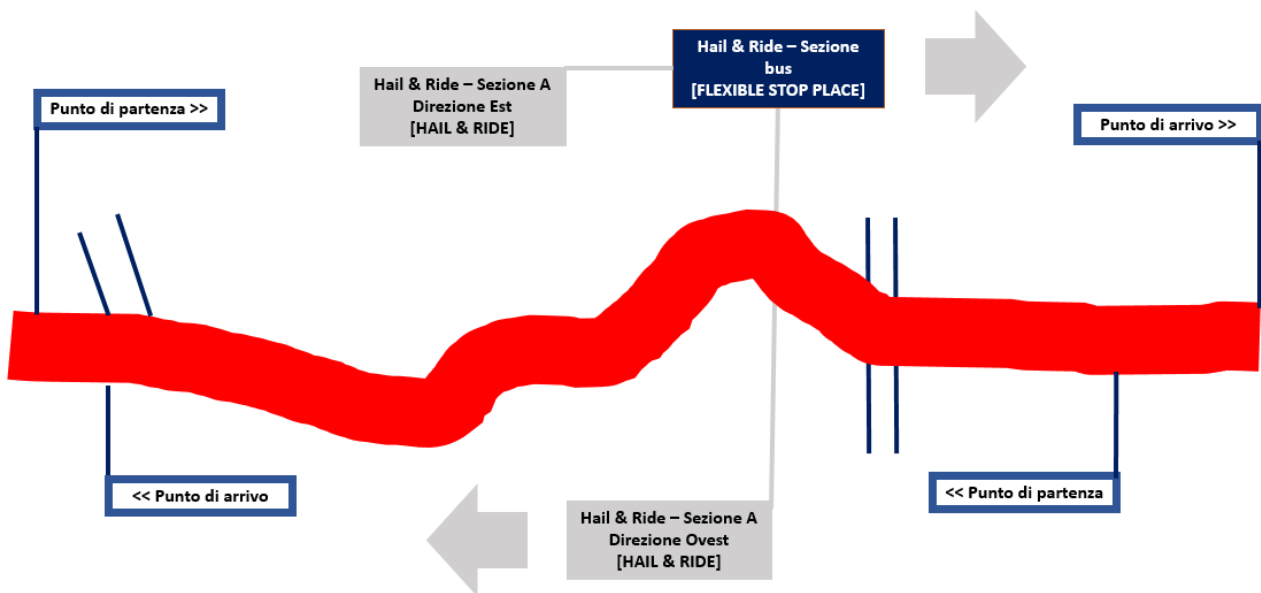


Figura 3 – esempio di servizio di trasporto flessibile di tipo “Hail & Ride”




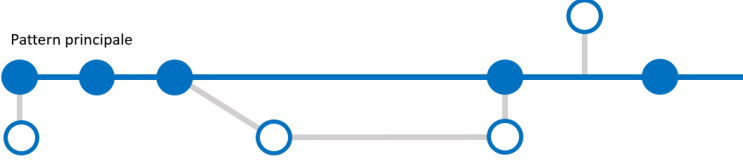
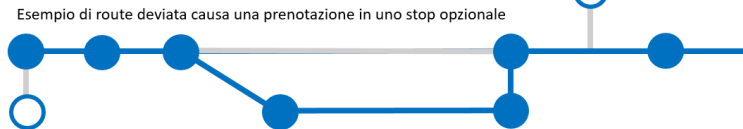
La definizione dei percorsi flessibili

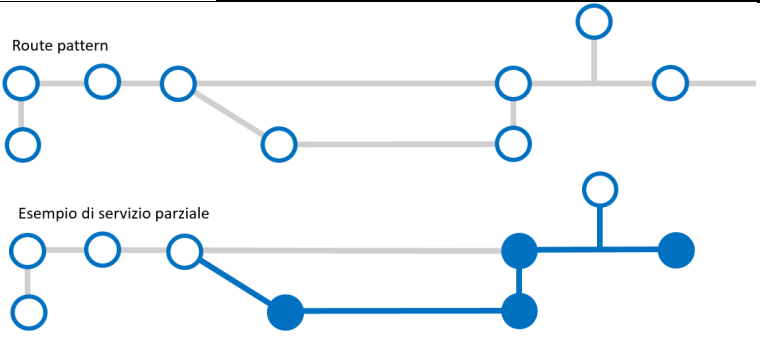
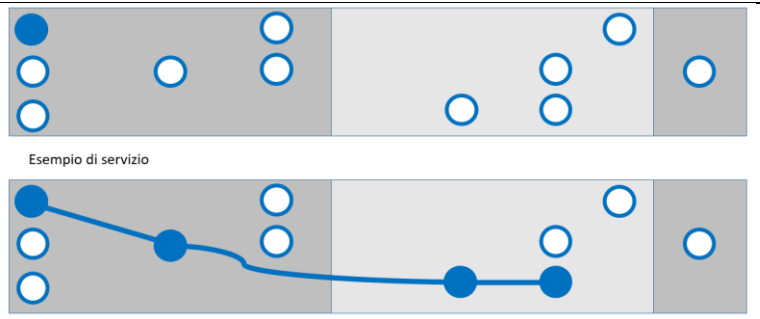
Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Le topologie del FTS modellabili con NeTEx sono riassunte nella tabella seguente.

I FTS possono operare su topologie regolari o flessibili.

Tipologia	Descrizione	Schematizzazione
<p>Linea virtuale (a topologia fissa)</p>	<p>Caso simile alle operazioni a linea fissa. I JOURNEY PATTERN sono definiti in modo classico, ma le fermate sono servite solamente se esiste una prenotazione da parte di passeggeri. Le linee virtuali possono essere operate con tempi di passaggio fissi o dinamici. La topologia della linea virtuale è pertanto fissa. ESEMPIO: DrinBus</p>	<p>Journey pattern</p>  <p>Servizio parziale</p>  <p>Elevato livello di domanda: 2 veicoli sulla linea</p> 
<p>Linea flessibile con percorso principale</p>	<p>Viene definita una lista minimale e ordinata di fermate che creano un JOURNEY PATTERN "principale e minimo". Possono essere aggiunte altre fermate (prestabilite) che saranno servite solo su prenotazione. Il JOURNEY PATTERN è determinato in base a una lista di fermate ordinata definita in base alle prenotazioni, lista costruita attorno al JOURNEY PATTERN "principale e minimo".</p>	<p>Pattern principale</p>  <p>Esempio di route deviata causa una prenotazione in uno stop opzionale</p> 

Tipologia	Descrizione	Schematizzazione
Corridoio (linea flessibile SENZA percorso principale)	<p>Le fermate possibili per il JOURNEY PATTERN sono note e le possibili sequenze di fermate sono anch'esse definite; l'effettiva lista delle fermate (nell'ordine corretto) è definita dinamicamente in base alle prenotazioni, SENZA riferimenti a pattern principali.</p>	 <p>Route pattern</p> <p>Esempio di servizio parziale</p>
Zona flessibile con fermate fisse	<p>Il servizio è definito in base a una o più zone in sequenza. Ogni zona è definita in base ad un insieme di fermate possibili. Le fermate servite e il loro ordine sono definite per ogni VEHICLE JOURNEY in base alle prenotazioni. I PASSING TIMES (ovvero i tempi di entrata e uscita) vengono definiti per ogni zona. Possono essere anche definiti per ogni fermata.</p>	 <p>Esempio di servizio</p>





Tipologia	Descrizione	Schematizzazione
Zona flessibile SENZA fermate fisse	<p>Il servizio è definito in base a una o più zone in sequenza. Una fermata può esistere in qualsiasi punto di ogni zona. Le fermate servite e il loro ordine sono definite per ogni VEHICLE JOURNEY in base alle prenotazioni. I PASSING TIMES (ovvero i tempi di entrata e uscita) vengono definiti per ogni zona. Possono essere anche definiti per ogni fermata.</p>	<p>Nessun route pattern, nessuna pianificazione</p>  <p>Esempio di servizio</p> 
Hail & Ride	<p>La ROUTE è predefinita, ma il solo JOURNEY PATTERN ha un inizio e una fine. Le salite e le discese sono ottenute segnalando all'autista l'intenzione del passeggero di salire o scendere; possono avvenire in qualsiasi punto lungo la ROUTE</p>	<p>Nessun stop definito nel journey pattern, ma le route sono fisse</p>  <p>Gli stop si succedono dinamicamente durante l'erogazione del servizio</p> 
Combinazioni delle strutture precedenti	<p>Molti casi di FTS sono modellabili come sequenze dei tipi sopracitati</p>	

Tabella 4 – i casi principali di FTS modellabili con NeTEx

Aspetti temporali dei servizi flessibili

Anche se un servizio non ha un orario fisso, un FTS solitamente opera all'interno di una certa banda temporale e in determinati tipi-giorno (feriali, festivi etc.). Questa finestra operativa temporale può essere specificata per una FLEXIBLE LINE mediante componenti temporali generiche (VALIDITY CONDITION etc.), permettendo un certo grado di flessibilità nella descrizione dei servizi.

La schedulazione dei FTS regolati da un orario è gestita con gli stessi elementi che sono usati per i servizi fissi e descritti in [NeTex-W8].

Sono disponibili più tipi per la gestione degli FTS:

- PASSING TIMEs fissi: ovvero tempi di passaggio schedulati: c'è un orario, ma il servizio verrà effettuato solo in certe condizioni, fondamentalmente se c'è richiesta (DRT)
- PASSING TIMEs dinamici: i passaggi alle fermate varieranno in funzione dello svolgimento del servizio
- HEADWAY FREQUENCY fissa: in questo caso è noto un tempo massimo di attesa legato a HEADWAY JOURNEY GROUP, ma non sono definiti i tempi di passaggio alle fermate, essendo il tutto legato dinamicamente alla domanda di servizio

È inoltre possibile definire due altre importanti proprietà:

- La possibilità o meno di cancellare un servizio – anche dopo che questa è stato prenotato – ovvero l'operatore può decidere se cancellare un servizio o una fermata, es. se non c'è domanda sufficiente o se il servizio è troppo occupato.
- Il PASSING TIME e il luogo del passaggio possono essere o meno aggiornati, anche dopo che ci sono state prenotazioni (solitamente i tempi di passaggio sono aggiornati per ottimizzare il servizio).

Informazioni sui servizi flessibili

Gli FTS per propria natura richiedono un'interazione tra i sistemi e gli utenti.

Per questo motivo per gestire le prenotazioni relative ad una FLEXIBLE LINE sono necessarie informazioni di contatto (telefono, URL etc.), l'autorizzazione alla prenotazione, le condizioni di prenotazione:

- Il passeggero può/non può/deve prenotare il servizio
- La prenotazione può essere fatta x minuti/giorni/... prima della partenza del servizio etc.

La multimodalità

Le caratteristiche delle reti multimodali

NeTEx è basato su un modello generalizzato che permette di rappresentare e scambiare dati relativi a tutte le modalità di trasporto.

Le rappresentazioni comuni possono essere usate per la maggior parte degli aspetti del trasporto pubblico, con modi e submodi definiti da attributi standard.

Alcune modalità hanno specificità proprie (es. i trasporti ferroviari possono essere svolti con convogli che si fondono o si separano le varie parti del viaggio): NeTEx copre questi aspetti (cfr. [NeTEx-M1]). Nel seguito illustriamo un modello comune di area di fermata usato da tutti i tipi di mezzi di trasporto, gestibili con un sistema di travel planning.

Aree di fermata multimodali

NeTEx permette di scambiare descrizioni dettagliate e non-ambigue sulla struttura fisica delle fermate, rendendo possibile l'uso multimodale di una unica fermata, oltre a informazioni dettagliate sull'accessibilità della stessa (cfr. [NeTEx-W7], [NeTEx-T1], [NeTEx-T2], [NeTEx-T3]).

Il modello STOP PLACE descrive differenti aspetti di un punto fisico di accesso alla rete di trasporto (es. stazioni, fermate).

Per aree a struttura complessa (es. stazioni ferroviarie) il modello include tutte le componenti necessarie: ingressi, atri-sale di attesa, binari, livelli, percorsi interni alla stazione e vari tipi di installazioni presenti (emettitrici TdV, ascensori, tornelli, segnali etc.).

Ad ognuno degli elementi descritti possono essere associati attributi relativi all'accessibilità.

- Uno STOP PLACE può modellare una coppia di fermate fisiche oppure un cluster di fermate.
- Uno STOP PLACE può contenere altri STOP PLACE.
- Uno STOP PLACE è composto da elementi spaziali differenti, es. un binario/piattaforma (QUAY), aree di accesso quali atri (ACCESS SPACE) etc.

Il punto fisico di accesso è sempre un QUAY ENTRANCE, che può descrivere i punti di ingresso interni o esterni allo STOP PLACE.

Un esempio di STOP PLACE complesso è rappresentato da una grande stazione ferroviaria che può contenere una stazione della metropolitana come STOP PLACE figlio e avere associati STOP PLACE per le fermate degli autobus che fermano nelle vicinanze (vedi figura seguente).

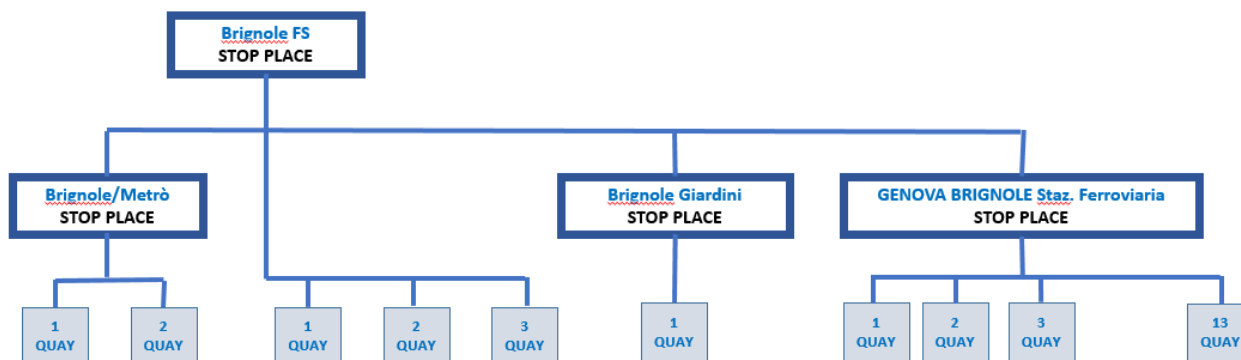


Figura 4 – esempio di STOP PLACE complessa

In questi casi una raccomandazione generale è che:

- Ci dovrebbe essere uno STOP PLACE separato per ogni coppia di fermate del bus (o per fermate isolate)
- Ci dovrebbe essere uno STOP PLACE separato per ogni modalità di trasporto, ognuno dotato del proprio QUAY e con ENTRANCE distinte

A volte modalità differenti possono condividere la stessa platform (un esempio tipico è rappresentato dalla convivenza di bus e tram, oppure tra bus e navette in un nodo di interscambio); in questi casi si raccomanda che:

- Se un'area della stazione è referenziata come stazione separata nell'orario o in altri sistemi di informazione all'utenza, creare STOP PLACE distinti
- Se le platform condividono modalità differenti, può essere fatta una sola definizione della platform (QUAY): la fermata per il modo dominante (in questo caso il treno) può contenere la definizione di QUAY

Sono possibili due alternative:

- (i) creare uno STOP PLACE per i modi non-dominanti: lo STOP PLACE può referenziare la definizione di QUAY
- (ii) semplicemente specificare modalità multiple (es. treno, metro, bus) per lo STOP PLACE e per il QUAY

Fermate logiche/fermate fisiche

Lo STOP PLACE (descrizione fisica di un'area in cui si fermano i mezzi pubblici) rappresenta un concetto diverso dalla rappresentazione logica della fermata nell'orario (SCHEDULED STOP POINT).

Lo STOP PLACE ha una geometria spaziale assimilabile alle feature gestite dai sistemi GIS; lo SCHEDULED STOP POINT è un semplice punto nella topologia complessiva della rete del trasporto pubblico (es. lo STOP POINT Brignole FS "raggruppa" servizi ferroviari, bus, metro, ognuno corrispondente ad un certo numero di STOP PLACE situati in differenti punti del territorio).

STOP PLACE e SCHEDULED STOP POINT sono connessi in modo esplicito da uno STOP ASSIGNMENT.

Spesso STOP PLACE e SCHEDULED STOP POINT sono in corrispondenza 1-1 e lo stesso identificativo può essere usato per entrambi; in altri casi (es. una fermata del bus viene spostata, una platform riassegnata etc.) è utile usare elementi separati per i due concetti è utile poiché consente di ottenere descrizioni più precise della realtà (si pensi allo scambio modale descritto nell'ambito di sistemi informativi per l'utenza).

Le possibili connessioni multimodali

Il modello dello STOP PLACE permette una descrizione precisa delle possibili connessioni tra servizi che possono avvenire in una località, compresi il percorso fisico tra fermate di cambio e accesso alle stesse.

Questa rappresentazione comprende informazioni sui tempi di passaggio durante il giorno, permettendo di effettuare travel planning più accurati (vedi i concetti di ACCESS e CONNECTION in [NeTEx-W7], [NeTEx-T1], [NeTEx-T2], [NeTEx-T3]).

La raccolta dei dati di interscambio per grossi hub richiede un significativo investimento e NeTEx permette di usare un approccio incrementale (es. mediante l'utilizzo di valori globali di default standardizzati).

Analisi comparativa tra NeTEx e GTFS-Flex

In NeTEx i BookingArrangements (o campi similari) possono essere inseriti a livello delle entità FLEXIBLE LINE, SERVICE JOURNEY o STOP POINT JOURNEY PATTERN (in ordine di precedenza dal primo all'ultimo).

Queste informazioni sono mappate sullo STOP TIME (analogamente a quanto avviene nel GTFS).

Nel GTFS si hanno regole di prenotazione (booking rules) divise per salita/discesa (a differenza di NeTEx).

GTFS contiene inoltre uno starting e un end time per il periodo della prenotazione.

<u>Netex BookingArrangement</u>	<u>GTFS Booking Rule</u>	<u>Current OTP type</u>	<u>Proposed OTP type</u>
BookingContact	phone_number / info_url / booking_url	String	String
BookingMethods			Enum
BookingAccess			Enum
BookWhen	booking_type	int	Enum
BuyWhen			Enum
LatestBookingTime	prior_notice_last_day / prior_notice_last_time / prior_notice_start_day / prior_notice_start_time / prior_notice_service_id	int / int	int / Time
MinimumBookingPeriod	prior_notice_duration_min / prior_notice_duration_max	int	Duration
BookingNote	message / pickup_message / drop_off_message	String	String

Tabella 5 - Comparazione prenotazioni tra GTFS-Flex e NeTEx

Case Studies

I test oggetto del presente capitolo sono stati condotti tra il Q3 2021 e il Q3 2022, con l'intendimento di sperimentare l'applicabilità dei concetti e degli standard illustrati nei capitoli precedenti ai più comuni sistemi di informazione all'utenza dedicati al trasporto pubblico.

In particolare la sperimentazione ha utilizzato - **anche nell'ottica di capitalizzazione dei risultati raggiunti con altri progetti europei** - i vari componenti del travel-planner implementato in MOBIMART (<https://mobimart.regione.liguria.it>) e ulteriormente sviluppato in MOBIMART PLUS, in quanto in grado di utilizzare sia il formato GTFS (e GTFS-FLEX) che il formato NeTEx (e - in prospettiva futura le parti di NeTEx dedicate al FTS/DRT).

In particolare è stato preso in considerazione il solo mondo legato al GTFS, per i seguenti motivi:

- A tutto il 2022 GTFS-FLEX rappresenta il modo più comune per implementare informazioni FTS/DRT, sia pure in un numero di casi limitato e concentrato soprattutto negli Stati Uniti
- Lo standard NeTEx per i FTS/DRT è stato implementato essenzialmente in Norvegia, secondo una particolare lettura (*NeTEx Nordic Profile*); il NeTEx Italian Profile dedicato a FST/DRT è in corso di definizione e verrà pubblicato nel Q2 2023

In base a ciò sono stati effettuati test per i seguenti casi di studio:

- Case study GTFS-FLEX
- Case study DrinBUS (AMT Genova)
- Case study Valle Arroscia

L'applicazione dei case study ha permesso di configurare i componenti del travel planner di progetti in modo da gestire correttamente le informazioni FTS/DRT.

Nei paragrafi seguenti le risultanze.

Alcune precisazioni

Secondo la documentazione OTP, attualmente vengono supportate le seguenti modalità di GTFS-FLEX:

- **"flag_stops"** in cui un passeggero può selezionare un veicolo nel suo percorso per imbarcarsi o sbarcare tra fermate
- **"servizio a percorso deviato"** in cui un veicolo può deviare dal suo percorso all'interno di un'area o raggio per imbarcare o sbarcare passeggeri
- **"call-and-ride"**, che riguarda un segmento interamente deviato, punto-punto

Tutti i modi descritti possono coesistere tra di loro e con i percorsi pianificati.

Per esempio, alcune Aziende hanno servizi a percorso fisso che iniziano all'interno delle aree urbane (in cui i passeggeri salgono a fermate fisse) e terminano in aree rurali, dove i passeggeri possono salire o scendere ove necessario.

Un servizio a percorso fisso può terminare in un'area predefinita in cui può permettere la discesa in punti qualsiasi: quest'area può essere situata all'inizio o all'interno del percorso fisso.

Un veicolo può deviare dal percorso fisso per un raggio massimo prestabilito: all'interno di questo buffer può imbarcare o sbarcare viaggiatori in qualsiasi punto.

Se l'imbarco e lo sbarco avvengono all'interno di timepoints pianificati, il servizio può essere percepito dal viaggiatore come un call-a-ride.

Altri servizi call-and-ride possono invece operare come taxi, nel senso che tutte le corse possono essere schedate in modo indipendente.

Case Study standard (fonte GitHub di MobilityData)

Sono stati effettuati test utilizzando le seguenti **fonti**¹:

Dalla pagina <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex> sono stati scaricati gli esempi:

- <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/FlexExample--on-demand-service-Aspen.zip>
 - Aspen, Colorado
- <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/FlexExample--same-day-service-CrippleCreek.zip>
 - Cripple Creek, Colorado
- <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/FlexExample--various-Brockton/.zip>
 - Brockton, Massachusetts

I 3 esempi sono relativi alla specifica GTFS-FLEX 2.1, vedi <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/reference.md> : i feed in tale formato dovrebbero essere utilizzabili esclusivamente a partire da OTP2, il motore di travel-planning attualmente utilizzato dal travel planner di progetto.

L'analisi di questi case study (sia pure molto specifici e legati alla situazione statunitense) è stata utile per effettuare le prime configurazioni del travel-planner engine OTP.

¹ Mobility Data (<https://mobilitydata.org/>) è una organizzazione che si occupa di definire specifiche relative ad estensioni del GTFS, tra cui GBFS (General Bike Feed Specification) e GTFS-FLEX

Case Study DrinBUS

Il case study DrinBUS si è rivelato interessante in quanto al 2021/2022 unico esempio su scala regionale il servizio FTS/DRT pienamente sviluppato.

A differenza del pianificato AMT (regolarmente conferito a Regione Liguria in formato GTFS) le informazioni ottenute dall'Azienda relativamente al servizio sono molto schematiche ed hanno richiesto un lavoro di confronto con le informazioni desunte dalla app Moovit.

Il servizio è descritto sia nel sito istituzionale AMT in:

- <https://www.amt.genova.it/amt/trasporto-multimodale/drinbus/>

che in:

- <http://www.metrogenova.com/pdf/pubblicazioni/reportage/Servizi%20a%20chiamata%20Drinbus.pdf>

Il servizio è utilizzabile in alcune zone predefinite:

- Zona Valbisagno (serale)
- Zona Quarto-Quinto-Nervi
- Zona Bolzaneto-Morego-San Biagio
- Zona Pegli-Multedo

Per ogni zona sono elencate: le vie servite, le possibilità di interscambio con le linee AMT (urbano e extraurbano) e TRENITALIA.

Caratteristiche del servizio:

- Attivo in fasce orarie predefinite dipendenti dalla zona
- Ogni zona comprende un alto numero di fermate
- Il percorso della corsa si sviluppa – per ciascuna zona – in una serie di fermate su cui vengono costruiti gli itinerari programmati durante la giornata
- Il servizio è prenotato chiamando un numero verde, a cui bisogna comunicare:
 - Fermata di origine e di destinazione
 - Ora di partenza
- Ogni corsa è prenotabile per una o più persone
- È possibile prenotare una o più corse per la giornata, per la settimana successiva o periodi futuri.
- Le corse per il giorno stesso devono essere prenotate con almeno 30' di anticipo rispetto all'ora di partenza richiesta
- In mancanza di prenotazione il viaggiatore può salire a bordo solo se ci sono ancora posti disponibili e se accetta il percorso già programmato

E' stato implementato il servizio disponibile per **l'area Quarto-Quinto-Nervi**.

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale



I nomi delle fermate di Quarto Quinto Nervi



Figura 5 - DrinBUS nell'area Quarto-Quinto-Nervi

Implementazione case study Quarto-Quinto-Nervi

Percorso (da Moovit https://moovitapp.com/genova_e_savona-1782/lines/DRINBUS/25869457/4715136/it?query=drinbus&customerId=4908&ref=2&poiType=line) test effettuato il 28-set-2021 alle 11:58

Stop-Moovit	Stop-AMT	Prossimi arrivi
Sivelli - Quarto FS	Sivelli	
V Maggio 4/Quarto FS	V Maggio 2 – Quarto FS	https://moovitapp.com?metroId=1782&to=v%20Maggio%202%2FQuarto%20Fs&tll=44.38836_8.99462&t=1
Des Geneys 1	Des Geneys 1	
Des Geneys 2	Des Geneys 2	
Des Geneys 3	Des Geneys 3	
Des Geneys 4	Des Geneys 4	
Pio VII 1	Pio VII 1	
Pio VII 2	Pio VII 2	

Nome partner: Regione Liguria
Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Prasca 1	Prasca 1	
Prasca/Chiesa	Prasca 2 - Chiesa	
Carrara 1/Prasca	Carrara 1 - Prasca	
Carrara 2/Turr	Carrara 2 - Turr	
Europa 8/Piazza Nievo	Europa 11	???
Nievo	Nievo	
Rossetti 1	Rossetti 1	
Rossetti 2	Rossetti 2	
Rossetti	Rossetti 3	
Quarto 1/Priaruggia	Quarto 7	https://moovitapp.com?metrold=1782&to=Quarto%201%2FPRIARUGGIA&tll=44.386768_8.998128&t=1
Quarto 2/Capo San Rocco	Quarto 6	
Quarto 3/Capo San Rocco	-	
Quarto 3/Quartara	Quarto 4	
Quartara 1-7	Quartara 1	
Quartara 2-6	Quartara 2	
Quartara 3-5	Quartara 3	
Quartara 4	Quartara 4	
Quarto 1/Fabrizi		
Quarto 4/Fabrizi		
Quinto/Bagnara		
Quinto/Bagnara		
Bolzano		
Frassinetti	Frassinetti	
Gianelli 1/Bolzano		
Gianelli 3/Bolzano		
Gianelli 2/Quinto FS		
Gianelli 1/Romana Di Murcarolo		
Murcarolo/Romana Di Murcarolo	Murcarolo	
Oberdan 1/Santarosa		
Santarosa	Santarosa	
Europa 1/Ospedale Di Nervi		
Bettolo 1	Bettolo 1	
Bettolo 2	Bettolo 2	
Bettolo 3	Bettolo 3	
Bettolo 5	Bettolo 5	
Bettolo 6-7	Bettolo 6	
Bettolo 8	Bettolo 8	
Bettolo 4	Bettolo 4	
Niccolini	Niccolini	
Monte Corno 1	Monte Corno 1	
Monte Corno 2	Monte Corno 2	
Europa 3/Quinto		
Europa 4/San Pietro		
Europa 5/Majorana		
Majorana 1	Majorana 1	
Majorana 2	Majorana 2	
Filzi - Quinto FS		

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Cabruna	Cabruna	
Europa 16/Cabruna		
Europa 17/Ospedale Di Nervi		
Palach	Palach	Y
Oberdan 1 - Ponte Di Nervi		
Nervi (Asilo Infantile)		
Campostano	Campostano	Y
Oberdan 1/Duca Degli Abruzzi		
Duca Abruzzi	Duca Abruzzi	
Commercio 1/Oberdan		
Commercio 10/Belsito		
Oberdan 3/Ponte Di Nervi		
Europa 2/Cabruna		
Europa 13/Majorana		
Europa 14/San Pietro		
Europa 15/Quinto		
Oberdan 2/Ponte Di Nervi		
Oberdan 4/Duca Degli Abruzzi		
Piazza Pittaluga	Pittaluga	Y
Sciolla	Sciolla	Y

Tabella 6 - fermate del DrinBUS

Costruzione del feed – area Quarto-Quinto-Nervi

- Il feed è stato costruito inizialmente utilizzando l'utility **static-gtfs-manager**, utile per piazzare le fermate a mano sulla cartografia
- Una volta impostata la struttura standard (no-FLEX) i dati sono stati importati in un database Access.
- È stata implementata una versione ridotta dello sviluppo potenziale del DrinBUS nell'area in oggetto, costruendo 1 linea e 2 trips (andata e ritorno) sullo stesso percorso
- Qui sono stati aggiunti e valorizzati i campi FLEX (es. *pickup_type*, *drop_off_type*, *pickup_booking_rule*, *drop_off_booking_rule* in *stop_times*) e le tabelle aggiuntive (*booking_rules*)
- Sono state create query ad hoc per implementare viste locali e verificare la congruenza delle chiavi nel caso di inserimento di nuove linee/trips etc.
- Da Access i dati possono essere esportati in formato text per creare i feed GTFS-FLEX, creando eventualmente più versioni del dataset
- Il feed è stato routato sullo sviluppo della rete stradale con una procedura apposita

Nel seguito i test effettuati.

Feed solo DrinBus (GTFS-FLEX)

- Il feed utilizzato si chiama **GTFS-Flex-DrinBus-rel1-pfaedle.zip**
- Sono state utilizzate le seguenti configurazioni OTP

Build-config.json

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

```

{
  "storage": {
    "osm": ["file:///app/osm-utilities/osm-data/area-liguria-thin-TEST.osm.pbf"]
  },
  "transit": true,
  "streets": true,
  "extraEdgesStopPlatformLink": false,
  "useTransfersTxt": false,
  "includeEllipsoidToGeoidDifference": true,
  "areaVisibility": false,
  "subwayAccessTime": 5.0
}
    
```

Otp-config.json

```

// otp-config.json
{
  otpFeatures : {
    APIBikeRental : false,
    SandboxAPILegacyGraphQLApi : true,
    FlexRouting: true,
    SandboxAPITransmodelApi: true,
    SandboxAPIParkAndRideApi: true,
    ReportApi: true,
    ActuatorAPI: true
  }
}
    
```

Router-config.json

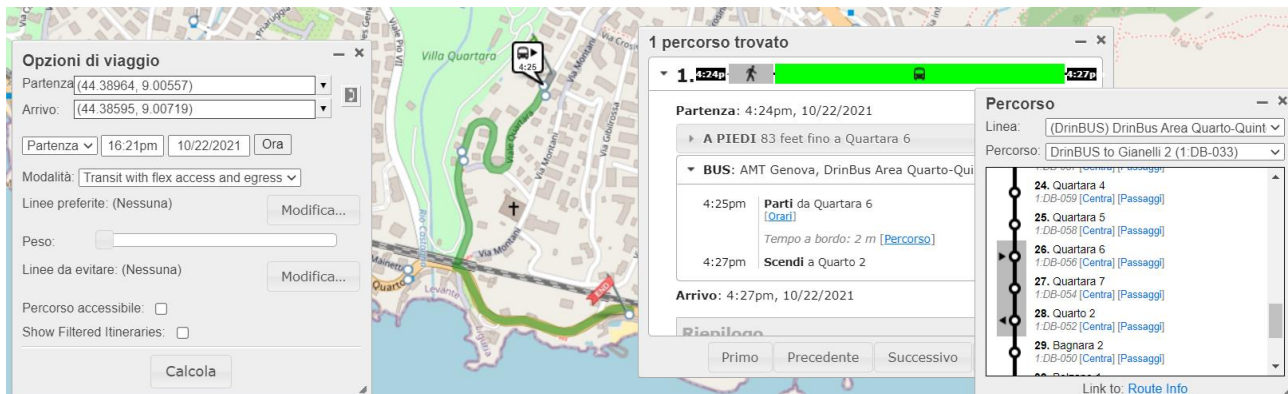
```

{
  "useFlexService": true
}
    
```

I test

- Il test ha lo scopo di verificare il comportamento di una rete GTFS-FLEX a sé stante
- Da Viale Quartara (a metà) ai Bagni Sette Nasi, sul percorso DrinBUS

Risultati OTP-engine (UI)



The screenshot displays the user interface of the OTP engine. On the left, the 'Opzioni di viaggio' (Travel Options) panel is visible, showing the start location (44.38964, 9.00557) and arrival location (44.38595, 9.00719). The departure time is set to 16:21pm on 10/22/2021. The mode is 'Transit with flex access and egress'. Below this, there are sections for 'Linee preferite' (Preferred lines) and 'Linee da evitare' (Lines to avoid), both currently set to 'Nessuna' (None). There are also checkboxes for 'Percorso accessibile' (Accessible route) and 'Show Filtered Itineraries'. A 'Calcola' (Calculate) button is at the bottom of this panel.

The main map area shows a green route starting from Viale Quartara and ending at Bagni Sette Nasi. A '1 percorso trovato' (1 route found) window is overlaid on the map, showing the route details. The departure is at 4:24pm on 10/22/2021. The route starts with 'A PIEDI 83 feet fino a Quartara 6'. At 4:25pm, the user 'Parti da Quartara 6' (Starts from Quartara 6). At 4:27pm, the user 'Scendi a Quarto 2' (Gets off at Quarto 2). The arrival is at 4:27pm on 10/22/2021. The route is identified as 'Linea: (DrinBUS) DrinBus Area Quarto-Quint' and 'Percorso: DrinBUS to Gianelli 2 (1:DB-033)'. A 'Percorso' panel on the right shows a list of stops: 24. Quartara 4, 25. Quartara 5, 26. Quartara 6, 27. Quartara 7, 28. Quarto 2, and 29. Bagnara 2. A 'Link to: Route Info' is provided at the bottom.

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Figura 6 - Il DrinBUS nell'interfaccia nativa OTP

- Il DrinBUS viene utilizzato ma non ho le informazioni Flex da interfaccia Leaflet.
- **Ho informazioni complete sul DrinBUS interrogando il travel planner mediante query GraphQL**
- Da notare che (almeno in questo caso) ottengo le stesse informazioni utilizzando l'opzione "Mezzi pubblici" (mode=TRANSIT).
- Il case study ha permesso un fine-tuning dei parametri di configurazione del travel-planner engine.

Case Study Valle Arroscia

Utilizzando le configurazioni messe a punto nel Case Study DrinBUS, si è effettuato il passaggio ad un livello di complessità maggiore:

- Modificando il livello interfaccia utente del travel planner di progetto
- **Implementando un ipotetico servizio demand-responsive gestito da Riviera Trasporti SpA e basato sullo studio TEMA Srl relativo alla Valle Arroscia, parte integrante dei deliverable di progetto**

Nella figura seguente è illustrata la schematizzazione dei servizi proposti da TEMA Srl

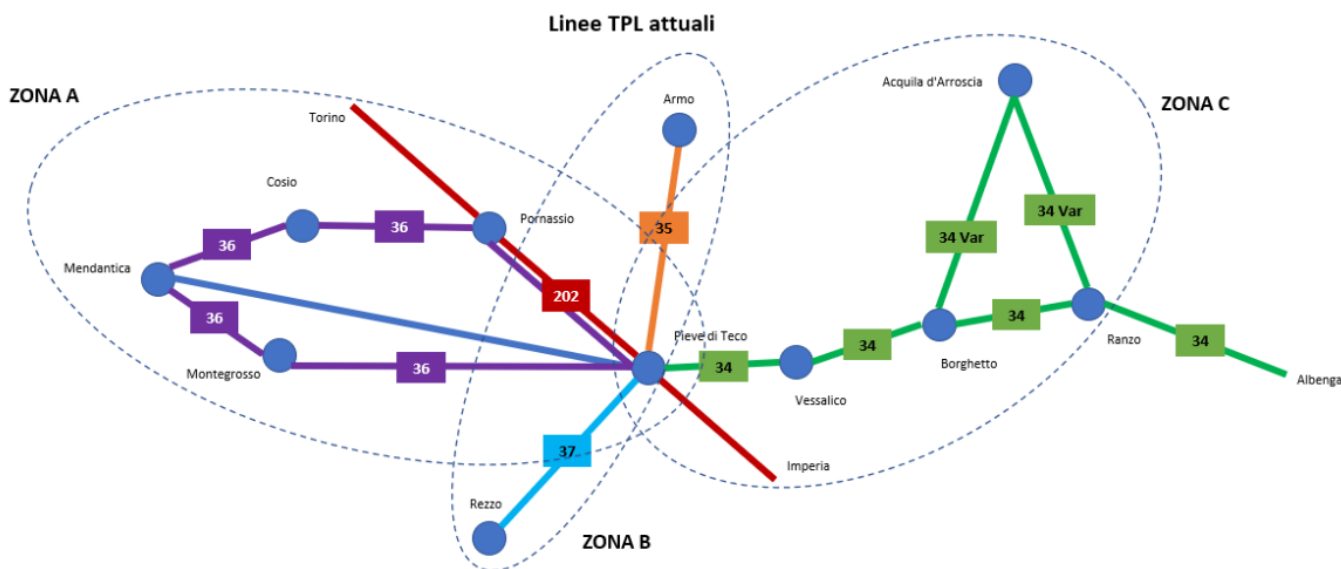


Figura 7 - schema linee di trasporto a chiamata ipotizzate da TEMA Srl per la Valle Arroscia

Per semplicità di ipotizza che il servizio sia esercito da tre autobus che fanno servizio nella Valle: ogni mezzo serve una Zona specifica (A, B, C).

Le zone si intersecano a Pieve di Teco, la località principale.

Si ipotizza che il servizio sia disponibile su prenotazione ad un numero verde (con un anticipo di 24 ore).

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

Ogni mezzo serve la propria zona di riferimento con corse a percorso circolare che partono ad intervallo di 4 ore (per semplicità di testing).

Ogni corsa parte e arriva da un ipotetico *hub* posto a Pieve di Teco, ovvero in posizione baricentrica sulla rete FTS/DRT.

Nella figura seguente la corretta rappresentazione cartografica delle rete FTS/DRT:

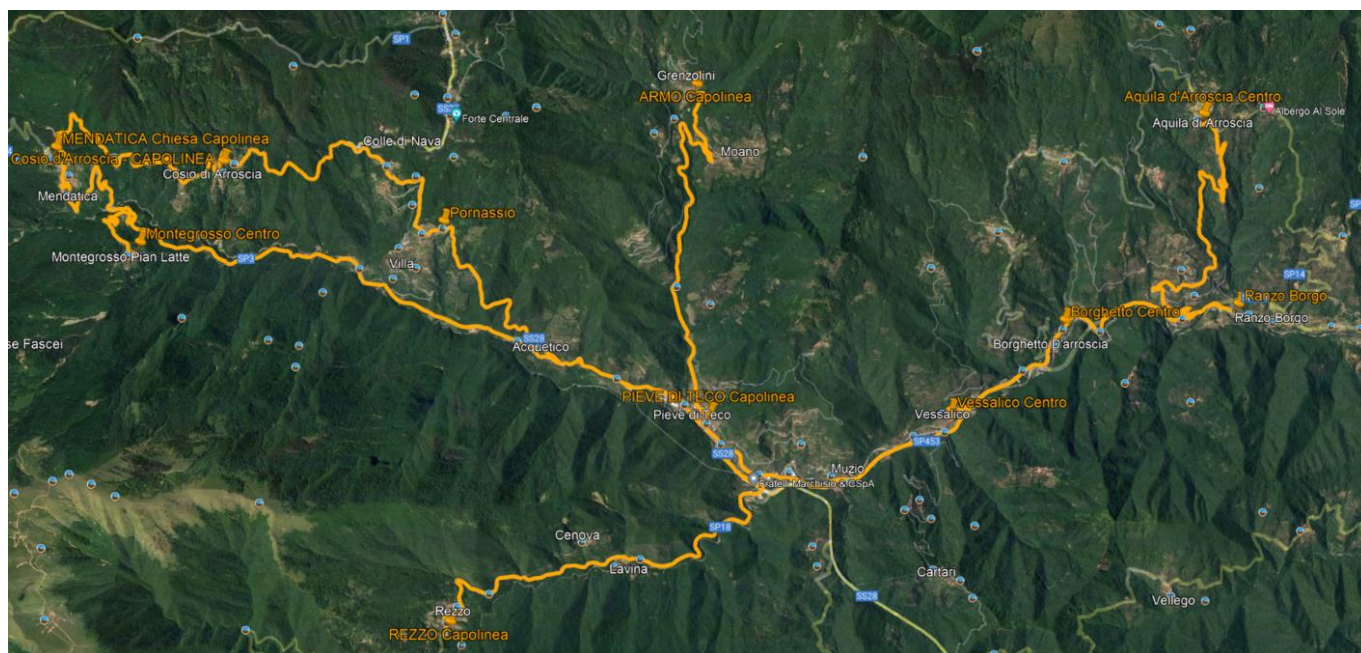


Figura 8 - rappresentazione cartografica della rete FTS/DRT ipotizzata

Anche in questo caso il servizio è stato implementato direttamente in GTFS/GTFS-FLEX usando l'utility **static-gtfs-manager**, modellando il percorso sull'effettiva rete stradale.

Nelle figure seguenti viene presentato il risultato del servizio implementato all'interno del travel planner di progetto.

In particolare si ipotizza la richiesta di un collegamento tra Aquila d'Arroscia e Pieve di Teco (quindi all'interno della Zona C).

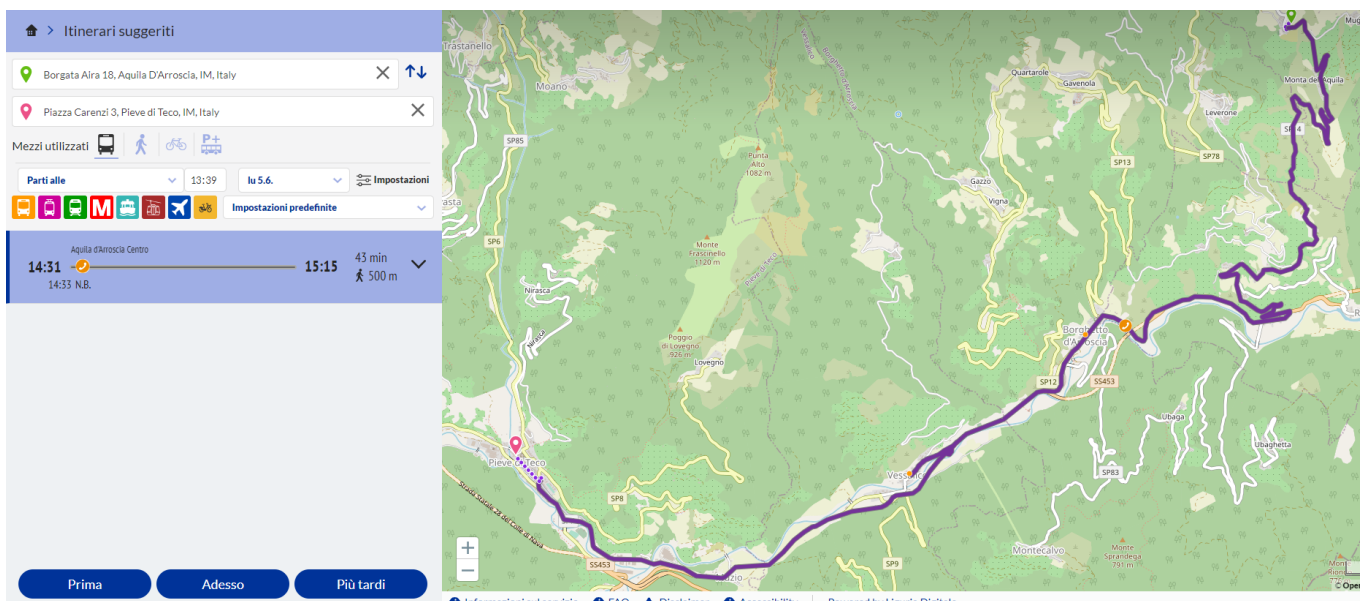


Figura 9 - percorso FTS/DRT

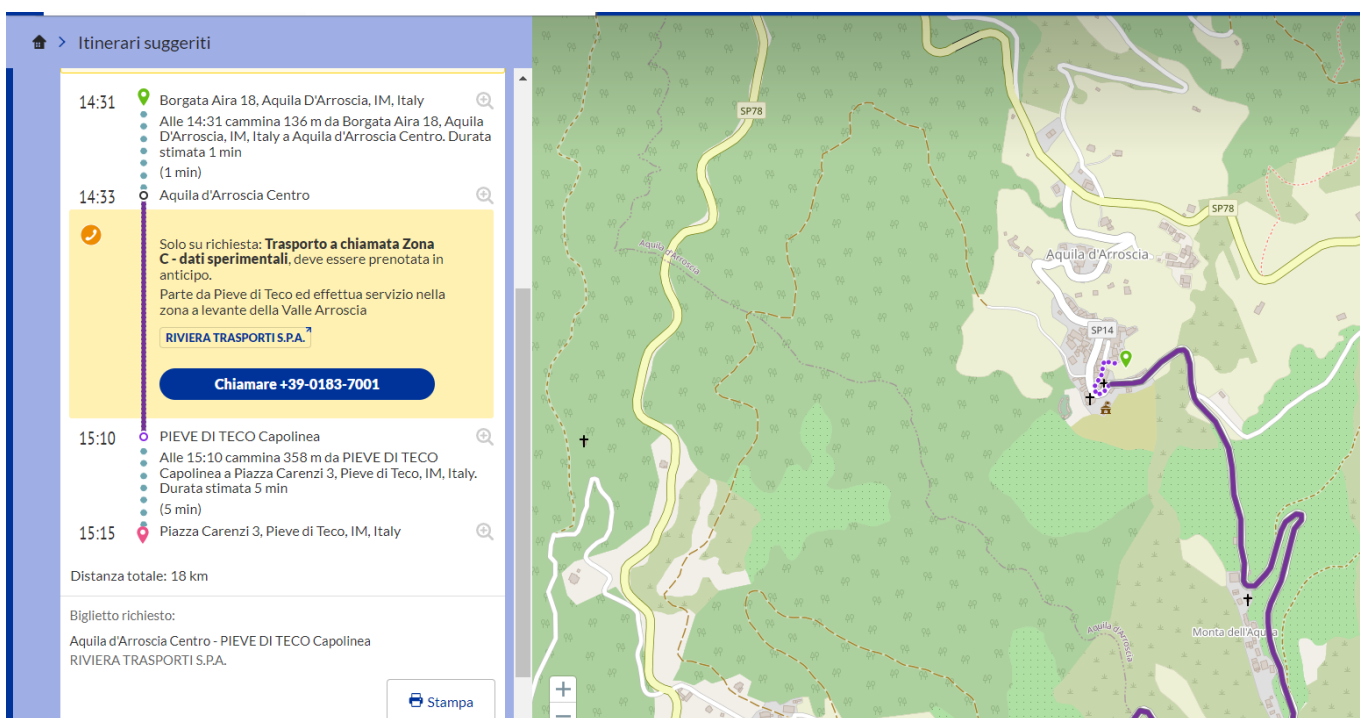


Figura 10 - dettagli del percorso FTS/DRT

Il sistema permette inoltre di combinare informazioni FTS/DRT con il normale servizio pianificato (nell'esempio la linea 34 di Riviera Trasporti, scegliendo come destinazione Albenga, oltre l'area della Valle Arroscia):

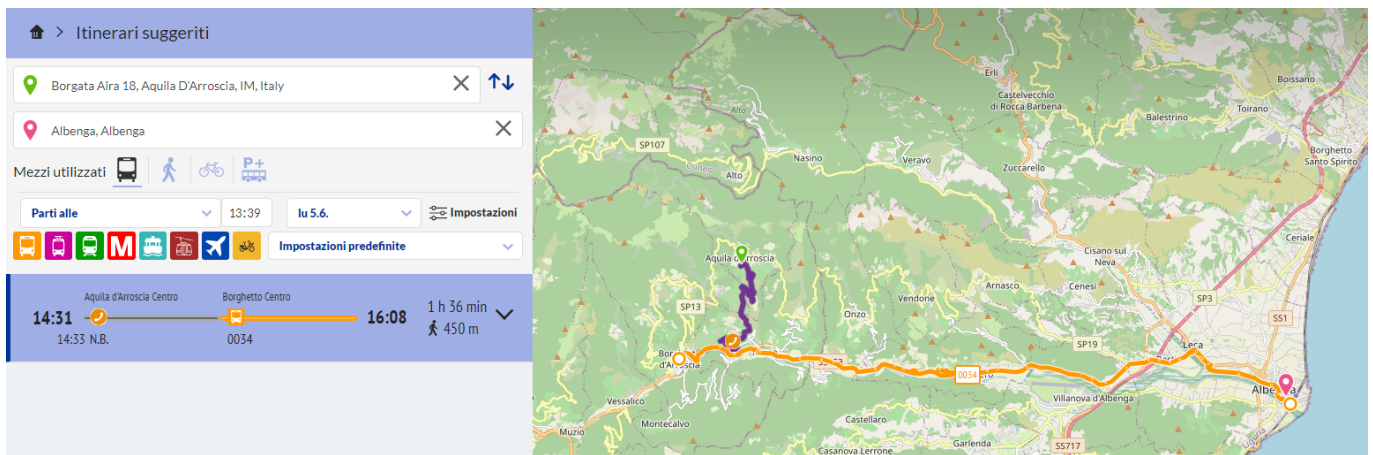


Figura 11 - mix FTS/DRT - trasporto pianificato

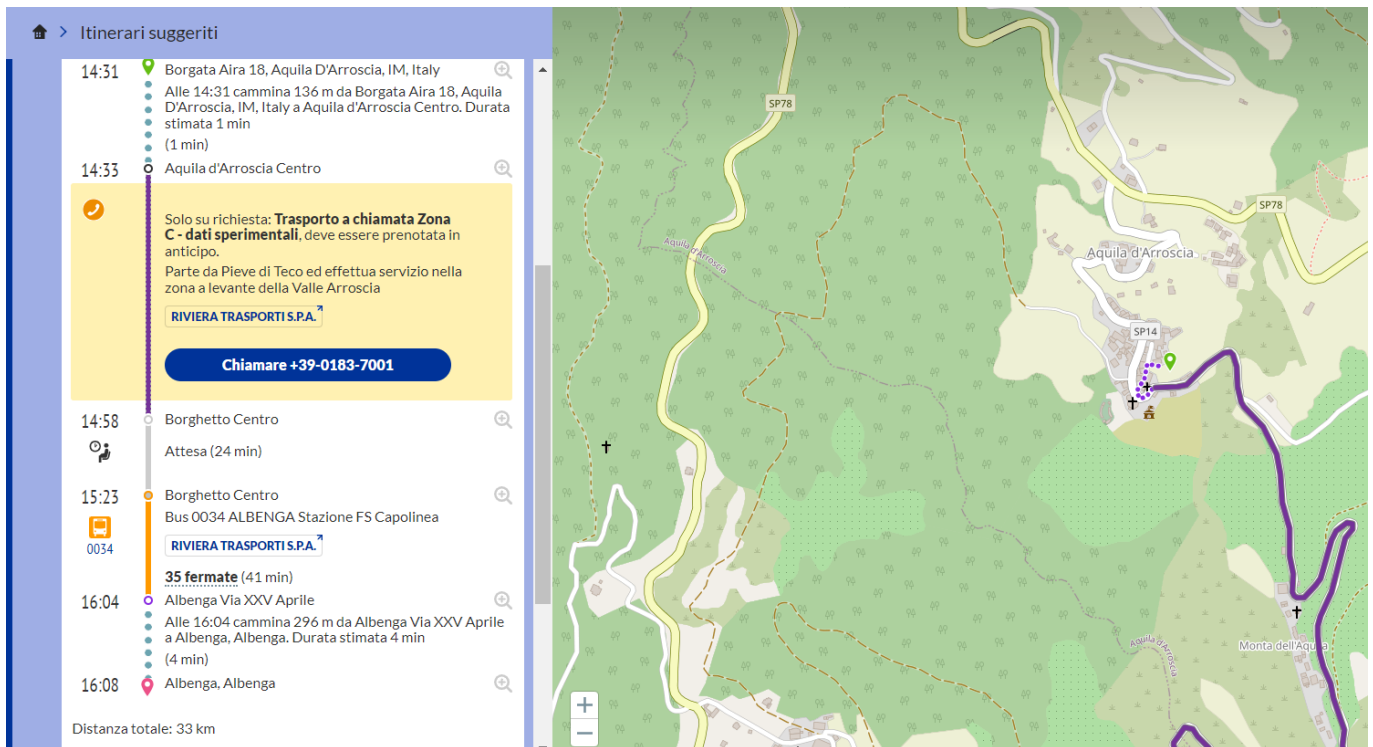


Figura 12- mix FTS/DRT - trasporto pianificato (dettaglio)

Il test sulla Valle Arroscia ha permesso di ottenere risultati molto interessanti:

- Verifica delle configurazioni ottimali dello stack tecnologico del travel planner di progetto per rispondere ad un semplice caso di trasporto FTS/DRT

Nome partner: Regione Liguria

Riferimenti partner: Settore Trasporto Pubblico Regionale

-
- **Creazione di template GTFS utili per implementare casi reali (eventualmente più complessi) di trasporto demand-responsive**
 - **Verificare la possibilità di effettuare interrogazioni miste con il trasporto pianificato**
 - **Riutilizzo di altri deliverable progettuali, verificandone la fattibilità con strumenti operativi**

Bibliografia

Lo standard NeTEx <http://www.netex.eu>

[NeTEx-N1] NeTEx- Part 1: Public Transport Network Topology exchange format, CEN/TS 16614-1:2014,
[NeTEx-N2] NeTEx- Part 2: Public Transport Scheduled Timetables exchange format, CEN/TS 16614-2:2014,
[NeTEx-N3] NeTEx-Part 3: Fare Information exchange format, CEN/TS 16614-3:2014

[NeTEx-W1] NeTEx Introduction - White Paper
[NeTEx-W2] NeTEx Getting Started - White Paper
[NeTEx-W3] NeTEx Design Methodology - White Paper
[NeTEx-W4] NeTEx Framework - White Paper
[NeTEx-W5] NeTEx Reusable Components - White Paper
[NeTEx-W6] NeTEx Networks - White Paper
[NeTEx-W7] NeTEx Accessibility - White Paper
[NeTEx-W8] NeTEx Timetable - White Paper
[NeTEx-W9] NeTEx Fares - White Paper

I formati GTFS e GTFS-FLEX

[GTFS-FLEX-1] documentazione di riferimento <https://github.com/MobilityData/gtfs-flex/blob/master/spec/reference.md>

Altri riferimenti

[NeTEx-T2] Public Transport Reference Data Model –Part 2: Public Transport Network (Transmodel), EN12896-2

[NeTEx-T3] Public Transport Reference Data Model – Part 3: Timing Information and Vehicle Scheduling (Transmodel), EN12896-3

[NeTEx-T4] Identification of Fixed Objects for Public Transport, EN28701

[VARIE-x] Analisi comparativa gestione prenotazioni tra GTFS-Flex e NeTEx
<https://github.com/opentripplanner/OpenTripPlanner/issues/3343>

Indice

Acronimi utilizzati nel documento	1
Introduzione: FTS versus DRT	2
I fattori che spingono per il FTS/DRT	3
Cosa è il trasporto demand-responsive?	4
Riduzione delle emissioni di COx e miglioramento dei flussi di trasporto nelle aree urbane	4
Connettività economicamente efficiente per le popolazioni rurali	5
Supporto ai cittadini con mobilità limitata.....	5
FTS/DRT e Maas.....	6
Sfide a livello regionale.....	7
Parametri	7
Implementazioni standard o quasi-standard delle informazioni inerenti FTS/ DRT	8
Un approccio standard de facto: GTFS-Flex	8
Un approccio standard de iure: NeTex.....	13
La multimodalità	21
Analisi comparativa tra NeTex e GTFS-Flex.....	25
Case Studies.....	26
Alcune precisazioni	26
Case Study standard (fonte GitHub di MobilityData).....	27
Case Study DrinBUS.....	28
Implementazione case study Quarto-Quinto-Nervi.....	29
Case Study Valle Arroscia	33
Bibliografia.....	38
Lo standard NeTex http://www.netex.eu	38
I formati GTFS e GTFS-FLEX	38
Altri riferimenti	38
Indice	39
Indice delle figure	40
Indice delle tabelle.....	41

Indice delle figure

Figura 1 - FTS vs DRT	2
Figura 2 - modello GTFS esteso a GTFS-FLEX	9
Figura 3 – esempio di servizio di trasporto flessibile di tipo “Hail & Ride”	15
Figura 4 – esempio di STOP PLACE complessa	22
Figura 5 - DrinBUS nell'area Quarto-Quinto-Nervi.....	29
Figura 6 - Il DrinBUS nell'interfaccia nativa OTP	33
Figura 7 - schema linee di trasporto a chiamata ipotizzate da TEMA Srl per la Valle Arroscia	33
Figura 8 - rappresentazione cartografica della rete FTS/DRT ipotizzata	34
Figura 9 - percorso FTS/DRT	35
Figura 10 - dettagli del percorso FTS/DRT	35
Figura 11 - mix FTS/DRT - trasporto pianificato	36
Figura 12- mix FTS/DRT - trasporto pianificato (dettaglio)	36

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Acronimi utilizzati nel documento.....	1
Tabella 2 - Parametri caratterizzanti il trasporto flessibile	7
Tabella 3 - estensioni GTFS-Flex al modello GTFS.....	10
Tabella 4 – i casi principali di FTS modellabili con NeTEx	19
Tabella 5 - Comparazione prenotazioni tra GTFS-Flex e NeTEx	25
Tabella 6 - fermate del DrinBUS.....	31