POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Pianificazione territoriale, urbanistica e paesaggistico-ambientale (DM 270/04)

Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio

Collegio di Pianificazione e Progettazione

Tesi di Laurea Magistrale

"Analisi e Gestione del flusso dati per la riorganizzazione dell'informazione all'utenza del Trasporto Pubblico Locale"

Relatore:

Prof.ssa Ing. Cristina Pronello

Co- tutor:

Dott.ssa Valentina Rappazzo

Tutor aziendale:

Ing. Alberto Forchino

Candidata:

Seyedeh Sara Tabatabaei

Anno Accademico 2017-2018

Anno Accademico 2017-2018

Acronimi……I

Indice delle Tabelle……II

Indice delle Figure……III

Indice delle Mappe……V

Indice delle Carte……V

Introduzione……1

CAPITOLO 1- Intelligent Transport System- Lo stato dell'arte sui sistemi di gestione e monitoraggio nel sistema di trasporto pubblico locale……4

1.1 Riferimenti Normativi……4

1.1.1 ITS Action Plan (2008) e Direttiva Europea 2010/40/UE……7

1.1.2 Commissione Europea- Libro Bianco (2011)……9

1.1.3 Piano di Azione Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto (ITS)……11

1.2 Gestione e Monitoraggio del servizio tramite i sistemi Advanced Vehicle Monitoring (AVM) e Advanced Vehicle Localization (AVL)……13

1.2.1 Architettura dei Sistemi AVL e AVL……14

1.2.2 Benefici dell'interazione dei sistemi AVM e Urban Traffic Control (UTC)……16

1.3 Gestione e Monitoraggio del Trasporto Pubblico Locale nel Gruppo Torinese Trasporti (GTT)……18

1.3.1 Il Sistema AVM aziendale……19

1.3.2 Centrala Operativa SIS e le sue funzioni……21

CAPITOLO 2- Sistemi di Informazione all'Utenza……25

2.1 Le tecnologie AVL e le informazioni in tempo reale……25

2.1.1 Vantaggi sulla riduzione del tempo di attesa……29

2.2 Informazione all'utenza nell'Area Metropolitana Torinese……33

2.2.1 I servizi erogati dalla Società 5T……33

2.2.2 I sistemi di informazione all'utenza in GTT……36

CAPITOLO 3- Obiettivi e Metodologia……42

3.1 Caratteristiche della Domanda di Mobilità nell'Area Metropolitana Torinese……43

3.2 Offerta del TPL e classificazione delle linee……46

3.3 Analisi e ridefinizione del Parametro Bus Stop Index (BSI)……51

3.4 Criteri utilizzati per la riorganizzazione delle informazioni in fermata- VIA……54

3.5 Ubicazione specifica dei Totem Informativi……63

CAPITOLO 4- Risultati……72

4.1 Analisi condotte per l'aggiornamento del BSI in funzione dei Dati BIP……73

4.2 Riposizionamento definitivo dei dispositivi di informazione in fermata (VIA)……81

4.3 Ubicazione definitiva dei Totem Informativi e relative verifiche……90

Conclusioni……108

Bibliografia……112

Sitografia……114

Allegati

- **5T**

  Tecnologie Telematiche Trasporto Traffico Torino s.c.r.l
- **APC**

  Automatic Passengers Counter
- **ATIS**

  Advanced Traveler Information System
- **AVL**

  Advanced Vehicle Localization
- **AVM**

  Advanced Vehicle Monitoring
- **BIP**

  Biglietto Integrato Piemonte
- **BSI**

  Bus Stop Index
- **C.O.S.A.P**

  Canone di Occupazione Spazi ed Aree Pubbliche
- **GIS**

  Geographic Information System
- **GTT**

  Gruppo Torinese Trasporti s.p.a.
- **ITS**

  Intelligent Transport System
- **SIS**

  Sistema Informativo di Servizio
- **TOC**

  Traffic Operation Centre
- **TPL**

  Trasporto Pubblico Locale
- **UTC**

  Urban Traffic Control
- **VIA**

  Visualizzatori di Informazione di Arrivo
- **VMS**

  Variable Message Sings

Indice delle Tabelle

Tabella 1.1- Traffico totale interno di merci- Anni 2005, 2010-2016; Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015-2016)……..5

Tabella 1.2- Traffico totale interno di passeggeri- Anni 2005, 2010-2016; Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015-2016)……..6

Tabella 1. 3- Traffico totale interno di passeggeri- Anni 2005, 2010-2016; Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015-2016)……..9

Tabella 1. 4- Effetti dell'uso di sistemi integrati con AVM ("Public Transport Fleet Management, Stadium ITS for large events")……..17

Tabella 2.1 - Coefficienti del modello regressivo lineare (Mshalani et at., 2006)……..31

Tabella 2.2 - Coefficienti del modello regressivo (Watkins et al., 2011)……..32

Tabella 2.3 - Quadro sinottico attività 5T al 27/2/2017- (Tesi in Azienda 2018)……36

Tabella 3.1 – Pesi del modello BSI - (Tesi in Magistrale Luca Bellini 2015)……52

Tabella 3.2– Pesi modello BSI- (Tesi in Azienda 2018)……53

Tabella 3.8- Fermate munite di Via_II (Tesi in Azienda 2018)……61

Tabella 3.9- Fermate munite di Via_I (Tesi in Azienda 2018)……61

Tabella 4.3- Esempio anomalie BIP- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)……78

Tabella 4.4 - La Percentuale (%) di fermate non definite nel BIP, mese di Febbraio- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)……78

Tabella 4.5- La Percentuale (%) di fermate non definite nel BIP, mese di Marzo- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)……79

Tabella 4.6- Fermate nel raggio dell'area Totem (Tesi in Azienda 2018)……..86

Tabella 4.7- Elenco di fermate che verranno dotate di un solo VIA IV- (Tesi in Azienda 2018)……88

Indice delle Figure

Figura 1.1- Architettura Sistema AVM- AVL- Fonte: Aesys, "Monitoraggio, Localizzazione e Certificazione del Servizio"……..14

Figura 1.2- Tempi di percorrenza (Public Transport Fleet Management, Stadium ITS for large events)……..17

Figura 1. 3- La rete urbana, suburbana e extraurbana GTT……..19

Figura 1.4- Sistema SIS: Interfaccia touchscreen dell'apparato di bordo (**www.tramditorino.it**)……22

Figura 1.5- Monilinea: assegnazione di 5 linee ad un operatore- Fonte: Centrale Operativa SIS……23

Figura 1.6- Monilinea: Rappresentazione dettagliata di una linea per senso di marcia- Fonte: Centrale Operativa SIS……24

Figura 2.1- Informazione all'utenza a Williamsport, Pennsylvania (TCRP Synthesis n. 48, 2003)……27

Figura 2.2 - Servizio di informazione "Tri-Met transit tracker", Portland, Oregon (TCRP Synthesis n.48, 2003)……27

Figura 2.3- Canali più utilizzati per la diffusione di informazioni (TCRP Synthesis n.48, 2003)……28

Figura 2.4- Motivazioni alla base della diffusione di informazioni (TCRP Synthesis n.48, 2003)……28

Figura 2.5- Potenziali effetti dovuti dall'introduzione di sistemi di nformazione di arrivo in fermata in tempo reale (Dziekan e Kottemhoff, 2006)……30

Figura 2.6- Spostamenti effettuati dagli intervistati tra le fermate- (Ferris et al., 2010)……32

Figura 2.7- motivazioni dello spostamento effettuato dagli intervistati nel caso in cui i le previsioni indicano un tempo di attesa maggiore- (Ferris et al., 2010)……..33

Figura 2.8- Calcolo percorso servizio urbano GTT- (Tesi in Azienda 2018)……..37

Figura 2.9- Visualizzazione del calcolo percorso servizio urbano GTT- (Tesi in Azienda 2018)……..37

Figura 2.11- Visualizzazione Informazioni Arrivo (VIA II), Foto da www.tramditorino.it.....40

Figura 2.13 -Pannelli informativi a bordo dei veicoli della flotta GTT, foto da www.tramditorino.it.....41

Figura 3.1- Mobilità complessiva- Rapporto di sintesi sull'area metropolitana (IMQ 2013)……..43

Figura 3.2- Mobilità complessiva (Residenti Area Metropolitana)- Rapporto di sintesi sull'area metropolitana (IMQ 2013)……44

Figura 3.3- Gli spostamenti effettuati al giorno- Rapporto di sintesi sull'area metropolitana (IMQ 2013)……45

Figura 3.4- Passeggeri trasportati per linea- Conferenza Stampa (Rete di trasporto pubblico: Analisi della domanda BIP), interventi sull'offerta e sulla velocità commerciale, 24 Ottobre 2017)……47

Figura 3.8- Distribuzione dei VIA (attuali) in base al peso BSI delle circa 4000 fermate- Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……..56

Figura 3.9- Distribuzione dei VIA in base al loro peso BSI- Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……..58

Figura 3.10- le soglie stabilite per la riclassificazione delle fermate del TPL in base al BSI (Tesi in Azienda 2018)……60

Figura 3.11- Database YAHRA……..62

Figura 3.12- Foto illustrativa del Totem Informativo……63

Figura 3.14- Posizione specifica del Totem a Porta Nuova, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……67

Figura 3.15- Posizione specifica del Totem in Piazza Castello, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……68

Figura 3.16- Posizione specifica del Totem in Piazza XVIII Dicembre, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……68

Figura 3.17- Posizione specifica del Totem in Piazza Statuto, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……69

Figura 3.18- Posizione specifica del Totem in Piazza Vittorio Veneto, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……70

Figura 4.3 - Apparato SIS a bordo- (Tesi in Azienda 2018)……80

Figura 4.4- Via di quarta generazione- Fonte: Offerta Tecnica del lotto vincitore……87

Indice dei Grafici

Grafico 4.1- Variazione delle validazioni mese Febbraio e Marzo- elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)……75

Grafico 4.2- Andamento delle validazioni Fermata: XVIII Dicembre- Piazza Castello- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)……76

Grafico 4.3- 10 fermate con un numero notevole di validazioni-Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)……77

Indice delle Mappe

Mappa 3.1- Linee di Categoria A- (Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis, Tesi in Azienda 2018)……48

Mappa 3.2- Linee di Categoria B- (Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis, Tesi in Azienda 2018)……49

Mappa 3.3- Linee di Categoria C- D- (Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis, Tesi in Azienda 2018)……50

Mappa 3.4- Mappa di Densità in base al BSI delle circa 4000 fermate del TPL- Kernel Density, Stato attuale dei VIA- Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……56

Mappa 3.5- Mappa di Densità in base al BSI di sole fermate munite dei VIA- Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……58

Mappa 3.6- Mappa di Densità in base al peso BSI delle circa 4000 fermate del TPL- Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……59

Mappa 3.7- Mappa di Densità delle aree ad alta concentrazione di BSI - Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……65

Mappa 4.1- Distribuzione attuale dei VIA I in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……83

Mappa 4.2- Distribuzione dello stato di progetto dei VIA I in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……84

Mappa 4.3- Distribuzione dello stato attuale dei VIA II in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……85

Mappa 4.4- Distribuzione dello stato di progetto dei VIA II in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……86

Mappa 4.5- Distribuzione dello stato attuale dei VIA, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……89

Mappa 4.6- Distribuzione dello stato di progetto dei VIA, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)……89

Indice delle Carte

Carta 4.1- Ubicazione del Totem a Porta Nuova (Tesi in Azienda 2018)……92

Carta 4.2- Ubicazione del Totem in Piazza Castello (Tesi in Azienda 2018)……94

Carta 4.3- Ubicazione del Totem in Piazza XVIII Dicembre (Tesi in Azienda 2018)……96

Carta 4.4- Ubicazione del Totem in Piazza Statuto (Tesi in Azienda 2018)……97

Carta 4.5- Ubicazione del Totem in Piazza Vittorio Veneto (Tesi in Azienda 2018)……99

Carta 4.6- Ubicazione del Totem in Piazza Sabotino (Tesi in Azienda 2018)……100

Carta 4.7- Ubicazione del Totem in Piazza Giousè Carducci (Tesi in Azienda 2018)……102

Carta 4.8- Ubicazione del Totem nei pressi dell'Ospedale Mauriziano Umbero I (Tesi in Azienda 2018)……104

Carta 4.9- Ubicazione del Totem nei pressi dell'Ospedale Maria Vittoria (Tesi in Azienda 2018)……105

Introduzione

Nel corso degli anni la domanda di mobilità ha subito un enorme aumento che ha spinto diverse realtà a ricorrere verso l'adozione di politiche idonee per affrontare le sfide che caratterizzano questa evoluzione.
Il ricorso alla mobilità privata ha altresì generato rilevanti criticità in quanto i flussi di traffico stanno subendo un andamento di crescita che si rileva preoccupante sia a livello mondiale che europeo sia in termini di emissioni sia in termini di sicurezza e qualità della vita.
Sono queste le cause dannose per la salute e provocanti il cambiamento climatico che hanno spinto nel corso degli anni le amministrazioni ad attuare misure puntuali al fine di contenere ed affrontare queste situazioni di emergenza.

Gli spostamenti effettuati dai cittadini consiste in una serie di trasferimenti aventi un'origine (di solito il domicilio) e una destinazione, che può corrispondere a più svariati spostamenti legati al motivo per cui si ha la necessità o la volontà di spostarsi. Alla fase dello spostamento sono attribuiti i modi di trasporto che possono essere o tramite l'ausilio dei mezzi pubblici o mediante quello privato effettuato con l'automobile.

In questo contesto il trasporto pubblico rappresenta un'alternativa al ricorso alla mobilità privata. Inoltre il progresso tecnologico promuove l'adozione di veicoli a combustione interna sempre più efficienti e meno inquinanti.
La ripartizione modale a favore del TPL offre ai cittadini alternative di qualità ed efficienti, in quanto incentivare l'utilizzo del trasporto pubblico consistente in una serie di considerazioni economiche e gestionali al fine di ottimizzare il servizio.
Per questa ragione, i sistemi informatici e gestionali aziendali sono di fondamentale importanza in quanto permettono di superare le criticità dell'esercizio e migliorare il servizio in termini di gestione e monitoraggio della flotta.

Il ricorso alle tecnologie telematiche e informatiche che hanno dato origine ad un settore di applicazioni specifiche come gli *Intelligent Transport System* (ITS) possono introdurre grandi miglioramenti nel settore dei trasporti. Questi benefici possono riguardare sia il trasporto pubblico che privato, come per esempio i sistemi di monitoraggio del traffico e della viabilità tramite l'ausilio di apparati di rilevamento, o controllo degli impianti semaforici nonché la diffusione di servizi di informazione su strada mediante pannelli appositi o attraverso canali alternativi.

Questi sistemi ITS infatti hanno permesso di indirizzare i trasporti verso un sistema integrato, in modo tale che l'informazione, gestione e controllo siano in grado di operare sinergicamente al fine di ottimizzare l'uso delle infrastrutture e dei veicoli. Questo infatti ha permesso di coordinare i trasporti in un approccio di "sistema" con la capacità di distribuire i flussi di traffico in modo equilibrato tra le varie modalità ed indurre il sistema verso una maggiore efficienza ed efficacia in termini di qualità e sicurezza. L'utilizzo di questi sistemi infatti, oltre a procurare dei vantaggi per i gestori del servizio con la capacità di pianificare in modo ottimale l'esercizio, ha anche contribuito ad introdurre dei benefici per gli utenti. Gli ITS sono utilizzati nel trasporto pubblico per la gestione del servizio e della flotta mediante i dispositivi AVM (*Advanced Vehicle Monitoring*) e AVL (*Advanced Vehicle Localization*) che permettono non solo di monitorare i mezzi in tempo reale durante il servizio svolto, ma anche fornire di informazioni utili ad autisti e operatori al fine di permettere la regolarità del servizio ed un funzionamento ottimale.

Numerosi studi hanno altresì contribuito ad effettuare delle ricerche più approfondite, in base alle diverse realtà, sui benefici attesi dagli *Advanced Traveller Information System* (ATIS). In questo ambito è molto fondamentale anche l'utilizzo di queste tecnologie avanzate che permettono una migliora comunicazione con gli utenti mediante i servizi di *infomobilità.* Con il termine Infomobilità si intende l'integrazione di servizi, sistemi e tecnologie a supporto di diversi soggetti o attori coinvolti nella mobilità (Regione Piemonte, Piano Regionale dell'Infomobilità- "*Inquadramento Generale dell'infomoblità*", Febbraio 2008).
Questo sistema permette a coloro che utilizzano il servizio pubblico di ottenere informazioni aggiornate in tempo reale sulle previsioni di arrivo dei mezzi e calcolo sui tempi di percorrenza sia mediante display collocati direttamente alle fermate dell'autobus sia tramite l'ausilio di svariati canali disponibili come SMS, App per smartphone nonché siti appositi gestiti direttamente dalle aziende del trasporto.

Il presente lavoro di tesi, mirato alla gestione del flusso dati per la riorganizzazione delle informazioni all'utenza, si inserisce nell'ambito di un tirocinio svolto presso l'azienda Gruppo Torinese Trasporti (GTT), il principale operatore di trasporto pubblico nell'area torinese. In particolare si è approfondito lo studio dei sistemi AVM e AVL al fine di comprenderne il funzionamento e la gestione all'interno dell'azienda.
L'elaborato si basa sul servizio urbano e suburbano di superficie e ha come obiettivo quello di studiare alcuni aspetti relativi all'informazione all'utenza in tempo reale.

Il lavoro di tesi si focalizza essenzialmente sulla riorganizzazione ottimale dell'informazione all'utenza grazie a due specifici supporti: i VIA (Visualizzazione dell'informazione di arrivi) e i Totem Informativi che hanno lo scopo di trasmettere informazioni di "area".

In particolare si è definito una metodologia volta a permettere la migliore collocazione di entrambi i dispositivi. Alle base di tale metodologia vi è la ridefinizione di un parametro, il *Bus Stop Index* (BSI), che ha permesso di riclassificare le quasi 4000 fermate urbane/suburbane della città di Torino in base alla domanda e l'offerta del trasporto pubblico locale.
Per tale ragione, il lavoro è stato suddiviso in fasi al fine di elaborare una riorganizzazione ottimale e conforme con lo stato attuale ed offrire un servizio più efficace per la clientela.

Dopo avere analizzato le caratteristiche di domanda e offerta delle quasi 4000 fermate del servizio GTT, sono state individuate e selezionate le fermate idonee in base al parametro BSI grazie all'ausilio del software ArcGis e il foglio elettronico Microsoft Office Excel.
Lo stesso procedimento è stato applicato sia per la riorganizzazione dei VIA che per l'ubicazione dei Totem Informativi in diverse aree cittadine, non sempre corrispondenti alle fermate dei mezzi pubblici. Per tale ragione sono stati consultati alcuni documenti e normative a livello comunale, come C.O.S.A.P, il PRGC nonché la Relazione Illustrativa e le Norme Tecniche di Attuazione per trattare le questioni inerenti all'occupazione del suolo pubblico comunale.

In definitiva, il lavoro nel suo complesso permette di applicare ad un caso reale le conoscenze e i metodi acquisiti durante il percorso di studio effettuato con il proseguimento di un progetto preliminare verso un progetto esecutivo di riorganizzazione dell'informazione in fermata. Le soluzioni suggerite, basate su una metodologia scientifica e sistematica, sono facilmente applicabili anche in contesti indifferenti.

CAPITOLO 1- Intelligent Transport System: Lo stato dell'arte sui sistemi di gestione e monitoraggio nel trasporto pubblico locale

Nel seguente capitolo viene argomentato l'aumento della domanda di Mobilità che ha caratterizzato l'adozione di politiche idonee per affrontare questa esigenza. Questo studio ha permesso di esaminare svariati strumenti che hanno indirizzato diverse realtà ad approcciarsi verso

il sistema dei trasporti nell'ottica di migliorare la qualità della mobilità. Per tale ragione, viene trattato l'evolversi degli Intelligent Transport System (ITS) attualmente utilizzati dalle aziende di trasporto pubblico locale. Nello specifico, viene introdotto il Regolamento Europeo sui servizi di trasporto pubblico, facendo riferimento alla Direttiva 2010/40/UE la quale definisce le linee d'azione per l'utilizzo ottimale degli ITS.

Grazie all'integrazione dei sistemi ITS è stato possibile introdurre l'adozione degli Advanced Vehicle Monitoring (AVM) e Advanced Vehicle Localization (AVL) che hanno la funzione di monitoraggio, gestione della flotta e trasmissione delle informazioni. Questi sistemi hanno l'obiettivo di garantire un servizio efficiente ed efficacie sia dal punto di vista della Domanda di Mobilità che dell'Offerta stessa.

Effettuando uno studio approfondito, è stato possibile argomentare alcuni scenari sia a livello mondiale che europeo sui benefici attesi dall'utilizzo di tali sistemi.

Questa fase di lavoro ha permesso di introdurre il funzionamento del sistema di gestione all'interno dell'azienda Gruppo Torinese Trasporti (GTT) spiegando nello specifico le funzioni del Sistema Informativo di Servizio il cosiddetto SIS.

1.1 Riferimenti Normativi

Negli ultimi decenni l'Italia, è uno dei Paesi Europei a presentare la più alta densità di traffico interno di passeggeri, ha subito un aumento della Domanda di Mobilità la quale ha subito una profonda modifica strutturale.
Prima di illustrare i dati inerenti al Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (anno 2015-2016), è opportuno specificare cosa si intende per domanda di Mobilità.
Innanzitutto, la domanda può essere suddivisa per passeggeri, i quali negli ultimi anni hanno subito un passaggio dal tradizionale modello di mobilità a "*spostamento singolo*" dove l'origine o la destinazione era solitamente la residenza, verso un approccio a "*spostamenti multipli*", dove uno spostamento è composto da un insieme di trasferimenti effettuati per compiere vari tipi di attività, per esempio: casa-lavoro; lavoro-commissioni-casa.
Altra tipologia di domanda è quella legata alla mobilità delle merci; anch'essa ha subito dei cambiamenti, in quanto è avvenuto un passaggio da "*un'economia di stock*" verso "*un'economia di flusso*", dovuto alla delocalizzazione sul territorio degli insediamenti produttivi e all'estensione dei mercati e soprattutto dalla globalizzazione, aspetti che hanno aumentato l'importanza e la

complessità della catena del trasporto (Piano di Azione Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto *ITS*, 2014).

Per avere un'idea più dettagliata sull'aumento del traffico interno, si può far riferimento alle Statistiche effettuate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, le quali illustrano le stime relative al traffico interno di merci e passeggeri.

Per quanto concerne il traffico delle merci, per l'anno 2015 le stime totalizzano un aumento di oltre 177 miliardi di tonnellate*km/anno che apportano un incremento di +0.3% rispetto all'anno precedente, confermando l'assoluta prevalenza del trasporto su strada.

La Tabella 1.1 riporta i dati degli spostamenti effettuati in milioni di tonnellate*km/anno dal traffico totale di merci interno all'Italia per il 2005 e per l'arco temporale che va dal 2010 al 2016, l'ultima analisi svolta dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Modalità di trasporto	**2005**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Trasporti ferroviari[2] [3] [4]	22.761	18.616	19.787	20.244	19.037	20.157	20.781	*20.689*
- di cui grandi Imprese	20.130	15.139	17.279	16.849	17.594	18.123	18.342	*18.260*
- di cui piccole e medie Imprese	2.631	3.477	2.508	3.396	1.443	2.034	2.440	*2.429*
Navigazione marittima di cabotaggio	*46.839*	*53.156*	*53.708*	*50.287*	*49.112*	*52.867*	51.179	*52.877*
Navigazione interna	89	135	144	81	89	64	62	*58*
Navigazione aerea	*982*	*1.013*	*1.026*	*976*	*991*	*1.052*	*1.085*	*1.151*
Autotrasporto[5] (> 50 Km)	155.872	134.261	114.736	101.380	102.320	93.709	95.513	*94.972*
Oleodotti (> 50 Km)	10.907	9.606	9.476	9.636	9.593	9.152	8.790	*9.599*
Totale	**237.450**	**216.787**	**198.877**	**182.604**	**181.142**	**177.001**	**177.410**	***179.346***

Tabella 1.1- Traffico totale interno di merci- Anni 2005, 2010-2016; Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015-2016)

Per quanto riguarda invece il trasporto interno di passeggeri, facendo riferimento alle analisi condotte dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti nell'anno 2015 si può notare un valore pari a circa 900 miliardi di passeggeri*km/anno che illustra un aumento di circa +4.2% rispetto all'anno precedente.

Analogamente a quanto descritto per il trasporto merci, anche i dati del traffico totale interno di passeggeri fanno riferimento all'anno 2005, e agli anni 2010-2016, suddivisi più dettagliatamente per modalità di trasporto, considerando non solo quello collettivo ma anche quello privato.

La Tabella 1.2 illustra come il trasporto collettivo su strada (ammonta intorno a circa 91.6 miliardi di passeggeri*km/anno per il 2015, pari al 10.2%) prevale ancora su quello ferroviario (pari a 5.8%).

Modalità di trasporto	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Impianti fissi	**50.463**	**47.574**	**47.247**	**47.159**	**49.128**	**50.446**	**52.695**	***51.542***
Trasporti ferroviari[(2)]	50.088	47.172	46.845	46.759	48.738	49.957	52.207	*51.046*
-di cui grandi Imprese	46.144	43.349	45.944	45.753	47.707	48.881	51.121	*49.983*
-di cui piccole e medie Imprese	3.944	3.823	901	1.006	1.031	1.076	1.086	*1.062*
Altri (tramvie extraurbane e funivie)	375	401	402	400	390	488	489	*496*
- di cui tranvie extraurbane	50	72	76	76	77	77	78	*85*
- di cui funivie	*325*	*329*	*327*	*323*	*313*	*411*	*411*	*411*
Trasporti collettivi extraurbani	**89.329**	**90.134**	**90.907**	**90.542**	**90.748**	**91.610**	**91.641**	***91.802***
Autolinee e filovie	17.865	16.825	17.389	16.993	17.125	17.905	17.866	*17.963*
Autolinee comp. statale, noleggio e privati	*71.464*	*73.309*	*73.519*	*73.549*	*73.623*	*73.705*	*73.775*	*73.839*
Trasporti collettivi urbani	**17.678**	**19.188**	**18.652**	**17.527**	**17.625**	**17.869**	**17.816**	***18.030***
Filovie e autobus	11.625	12.085	11.537	10.970	11.022	11.196	10.964	*11.220*
Altri modi	6.053	7.103	7.114	6.557	6.603	6.674	6.852	*6.810*
- di cui tranvie urbane	1.053	1.135	1.246	1.243	1.228	1.266	1.305	*1.296*
- di cui metropolitane	4.982	5.948	5.849	5.295	5.356	5.388	5.527	*5.493*
- di cui funicolari	19	20	19	20	19	19	20	*20*
Navigaz. marittima di cabotaggio	***3.237***	***3.561***	***3.364***	***3.202***	***3.080***	***3.057***	***2.986***	***2.945***
Navigazione interna	**488**	**527**	**540**	**529**	**548**	**599**	**603**	***596***
Navigazione aerea	***12.813***	***15.726***	***16.765***	***16.545***	***16.260***	***17.031***	***17.802***	***18.250***
Autotrasporti privati	***726.534***	***739.870***	***708.251***	***620.683***	***661.097***	***684.581***	***717.675***	***744.931***
- di cui autovetture	*677.014*	*698.390*	*665.328*	*578.668*	*620.368*	*642.920*	*676.350*	*704.542*
- di cui motocicli e ciclomotori	*49.521*	*41.480*	*42.923*	*42.015*	*40.729*	*41.661*	*41.326*	*40.389*
Totale	**900.541**	**916.581**	**885.726**	**796.186**	**838.486**	**865.192**	**901.220**	***928.096***

Tabella 1.2- Traffico totale interno di passeggeri- Anni 2005, 2010-2016; Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015-2016)

Si può affermare lo stesso per quanto riguarda la domanda di mobilità collettiva urbana la quale rimane sempre a livelli assai bassi ovvero un valore pari a 2% che fa riferimento all'intero traffico interno di passeggeri in Italia (Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2015-2016).

La domanda di mobilità per trasporto merci e passeggeri, infatti, evidenzia come i flussi di traffico stanno subendo, nel corso degli anni, un andamento di crescita che si rivela preoccupante sia a livello Mondiale che Europeo date le esternalità prodotte sull'ambiente come le emissioni di CO2, la qualità della vita come grado di soddisfazione per l'utilizzo del trasporto pubblico e incidentalità, nonché la sicurezza stessa sia per quanto riguarda il settore della logistica e ancor più per quanto concerne quello del trasporto passeggeri pubblico e privato.

Per poter affrontare le sfide poste da questo aumento della domanda di mobilità, è evidente che si ha la necessità di adottare un approccio di "*Sistema*", in modo tale che l'informazione, gestione e controllo siano in grado di operare sinergicamente al fine di ottimizzare l'uso delle infrastrutture, dei veicoli e delle piattaforme.

Per questo motivo si parla di un approccio strategico integrato come quello permesso dai Sistemi di Trasporto Intelligenti (ITS), i quali svolgono un ruolo determinante in quanto sono fondati sull'interazione fra informatica e telecomunicazioni. Questi Sistemi infatti, consentono di coordinare i trasporti in un sistema integrato, al fine di avere la capacità di distribuire i flussi di traffico in modo

equilibrato tra le varie modalità, indurre i trasporti verso una maggiore efficienza e sicurezza del sistema di trasporto.

1.1.1 ITS Action Plan (2008) e Direttiva Europea 2010/40/UE

La Commissione Europea, con la Comunicazione 886 del 16 dicembre 2008, ha pubblicato il primo Piano di Azione per la diffusione di Sistemi di Trasporto Intelligenti in Europa nominato *ITS Action Plan*, il cui obiettivo è di creare le condizioni di tipo normativo, organizzativo, tecnologico e finanziario in modo tale da favorire il passaggio da una fase di applicazione limitata e frammentata ad una diffusione coordinata su vasta scala degli ITS, in grado di produrre vantaggi al fine di apportare un miglioramento alla sicurezza e alla qualità della vita dei cittadini.

Con l'ITS Action Plan la Commissione ha posto le basi per "*accelerare e coordinare la realizzazione ITS nel trasporto stradale, comprendendo le interfacce con gli altri modi di trasporto*", in una visione completamente plurimodale del sistema dei trasporti europeo, al fine di rendere l'Europa capace di affrontare le grandi sfide dovute ai recenti cambiamenti della Domanda di Mobilità a livello globale.

Per ciascun intervento, il Piano individua sei aree primarie identificando per ciascuna di esse delle azioni distinte. Le aree di intervento sono:

- uso ottimale della strada, del traffico, e dei dati relativi alla circolazione;
- continuità dei servizi ITS per la gestione del traffico e delle merci nei corridoi di trasporto europei e nelle conurbazioni;
- sicurezza stradale e protezione dei sistemi di trasporto;
- integrazione dei veicoli nelle infrastrutture di trasporto;
- sicurezza e protezione dei dati e questioni legate alla responsabilità;
- cooperazione e coordinamento europeo sugli ITS.

Vero ruolo cruciale riveste la Direttiva 2010/40/UE, approvata il 7 luglio 2010 dal Parlamento Europeo e dal Consiglio dell'Unione Europea, la quale si pone come obiettivo principale quello di attuare un quadro in grado di sostenere la diffusione e l'utilizzo di sistemi di trasporto intelligenti in modo che siano integrati e coerenti per tutti gli Stati membri. La Direttiva 2010/40/UE in sostanza è l'atto legislativo che mette in pratica le azioni previste dall'ITS Action Plan e per tale ragione, al fine di indirizzare gli Stati verso obiettivi coerenti, individua quattro settori prioritari per gli ITS:

- l'uso ottimale dei dati relativi alle strade, al traffico e alla mobilità;

- la continuità dei servizi ITS di gestione del traffico e del trasporto merci;
- le applicazioni ITS per la sicurezza stradale e per la sicurezza del trasporto;
- il collegamento tra i veicoli e l'infrastruttura di trasporto.

Inoltre, nell'ottica di indirizzare gli Stati verso obiettivi coerenti, per ognuno dei quattro settori prioritari vengono elencate una serie di elaborazioni e norme che costituiscono azioni prioritarie, tra cui:

- la predisposizione in tutto il territorio dell'Unione Europea di servizi di informazione sulla mobilità multimodale;
- la predisposizione in tutto il territorio dell'Unione Europea di servizi di informazione sul traffico in tempo reale;
- i dati e le procedure per la comunicazione gratuita agli utenti, ove possibile, di informazioni universali sul traffico connesse alla sicurezza stradale;
- la predisposizione armonizzata in tutto il territorio dell'Unione di un servizio elettronico di chiamata di emergenza (eCall) interoperabile;
- la predisposizione di servizi di informazione per aree di parcheggio sicure per gli automezzi pesanti e i veicoli commerciali;
- la predisposizione di servizi di prenotazione per aree di parcheggio sicure per gli automezzi pesanti e i veicoli commerciali.

Per quanto concerne l'Italia, la Direttiva ITS 2010/40/UE è stata recepita attraverso il Decreto- Legge del 18 ottobre 2012 n. 179 convertito, con le successive modificazioni, dalla Legge 17 dicembre 2012 n. 221 "*Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", nell'ambito dell'art 8- "misure per l'innovazione dei sistemi di trasporto".*

Inoltre, il Governo Italiano, su delega del Parlamento, ha adottato il decreto interministeriale 1 febbraio 2013, "*diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti ITS in Italia*", che costituisce la base metodologica ed operativa del Piano di Azione Nazionale.

Prima di entrare nel merito dell'utilizzo degli ITS in Italia, è opportuno elencare una serie di dati che hanno spinto il nostro Paese ad aggiornare tali Sistemi al fine di migliorare la gestione, il controllo e il monitoraggio delle flotte. Innanzitutto, come citato all'inizio del paragrafo, l'Italia è uno dei Paesi dell'Unione che presenta la più alta densità di traffico interno. Facendo sempre rifermento alle statistiche condotte dal Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti inerenti al traffico totale interno di passeggeri per modalità di trasporto dal 2005 al 2016, possiamo notare di come la maggior parte degli spostamenti avviene su strada (91, 6 miliardi di passeggeri*km/anno per il 2015 pari al 10,2%). La Tabella 1.3 indica in milioni di passeggeri*km/anno gli spostamenti avvenuti con varie

modalità di trasporto. Dato significativo è quello relativo agli spostamenti su strada che avvengono su tutto il territorio Italiano. Si registra, infatti, che nel 2005 il volume di traffico di passeggeri*km/anno su strada è pari a circa 827 milioni, superato successivamente nel 2016 da un valore di 847 milioni di passeggeri*km/anno.

Modalità di trasporto	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Impianti fissi [2]	56.516	54.677	54.361	53.716	55.731	57.119	59.547	*58.351*
Su strada [3]	*827.488*	*842.090*	*810.696*	*722.194*	*762.867*	*787.386*	*820.280*	*847.953*
Vie d'acqua [4]	*3.725*	*4.088*	*3.904*	*3.731*	*3.628*	*3.656*	*3.590*	*3.541*
Navigazione aerea	*12.813*	*15.726*	*16.765*	*16.545*	*16.260*	*17.031*	*17.802*	*18.250*
Totale	**900.541**	**916.581**	**885.726**	**796.186**	**838.486**	**865.192**	**901.220**	***928.096***

Tabella 1. 3- Traffico totale interno di passeggeri- Anni 2005, 2010-2016; Fonte: Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti (2015-2016)

Questi dati sul traffico confermano quindi l'assoluto dominio del trasporto su strada evidenziando come i flussi di traffico sono essenzialmente concentrati su questa direttrice. Inoltre, come citato inizialmente, sono questi parametri che manifestano preoccupazioni sull'aumento della domanda causando effetti negativi in termini di congestione, inquinamento ambientale e sicurezza stessa del trasporto.

1.1.2 Commissione Europea- Libro Bianco (2011)

Altro documento importante a livello europeo in materia di trasporti e sul ruolo degli ITS a riguardo è il *Libro Bianco "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti – Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile" (2011*) che evidenzia come il 75% della popolazione viva in aree metropolitane e le città producono il 70% dei consumi energetici e delle emissioni di gas serra.

Questi dati appena citati evidenziano le sfide legate alla mobilità, che non potranno essere affrontate solo con l'aumento delle infrastrutture, ma sarà cruciale anche l'approccio strategico degli ITS che potrebbero indirizzare i trasporti verso un sistema totalmente integrato al fine di ottimizzarlo.

Questi Sistemi sono considerati come uno strumento più conforme al fine di gestire i trasporti e la mobilità in modo sostenibile ed efficiente. Diverse esperienze condotte in diversi Paesi, sia negli Stati Uniti che in Europa (*Commissione Europea, Libro Bianco 2011 ed eSafety Forum*), hanno permesso di valutare in modo positivo i benefici ottenuti dagli ITS, sia a livello urbano che extraurbano, poiché hanno contribuito a:

- una riduzione dei tempi di spostamento nell'ordine del 20%;
- un aumento della capacità della rete del 5-10%;
- una diminuzione delle congestioni del 15%;
- una riduzione delle emissioni inquinanti del 10%;
- una riduzione dei consumi energetici del 12%.

Date le conseguenze legate all'incremento della Domanda, sono stati questi benefici che hanno spinto i diversi paesi a investire su questi Sistemi ITS che hanno la capacità di affrontare in modo efficace le sfide che caratterizzano l'evoluzione della domanda di mobilità.

A livello Mondiale, infatti, molti paesi come Stati Uniti, Giappone, Corea del Sud e Australia, hanno incentivato Programmi di Investimenti importanti negli ITS soprattutto per la gestione del traffico al fine di migliorare il monitoraggio e il controllo delle flotte.

Per quanto concerne l'Europa invece, la Commissione ha messo in evidenza, sia nel Libro Bianco del 2001 "*La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*" che in quello del 2011 "*Tabella di marcia verso uno spazio unico Europeo dei trasporti- per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile*", il contributo degli ITS come strumento fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo atteso ovvero di una rete di trasporto completamente integrata.

Inoltre, grazie ai finanziamenti della Commissione Europea nell'ambito di progetti di ricerca e sviluppo i diversi *Programmi Quadro* e alle realizzazioni nel *Programma TEMPO* (2000-2006), e *Programma EasyWay* (2007-2013), i diversi Paesi dell'Unione sono stati fortemente incentivati verso lo sviluppo, l'aggiornamento e l'integrazione dei Sistemi ITS.

Per conseguire questi obiettivi con delle linee guida coerenti per tutti i Paesi dell'Unione, la Commissione ha definito una Politica sugli ITS nell'ambito del Libro Bianco "*La Politica Europea dei Trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*" nel successivo MidTermReview "*Mantenere l'Europa in movimento-mobilità sostenibile per il nostro continente*" pubblicato nel 2006, documenti nei quali l'obiettivo principale per la Politica dei Trasporti è quello di garantire ad ogni cittadino ed al trasporto delle merci la possibilità di viaggiare in modo sicuro, efficiente e compatibile con l'ambiente.

Secondo la Commissione Europea, tale Obiettivo poteva essere realizzato attraverso alcune linee di azioni basilari, tra cui (CE, Libro Bianco, 2010):

- lo sfruttamento ottimale delle potenzialità dei sistemi di trasporto e delle infrastrutture esistenti attraverso sistemi avanzati digestione e controllo;
- la promozione del trasporto intermodale;

- l'adozione di nuove tecnologie al servizio della sicurezza stradale sia sul veicolo che nelle infrastrutture;
- lo sviluppo e la diffusione di sistemi di bigliettazione elettronica;
- la riduzione dell'inquinamento anche mediante l'impiego di tecnologie innovative di gestione della mobilità.

1.1.2 Piano di Azione Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto (ITS)

A livello italiano un importante documento di riferimento in tale contesto è il Piano di Azione Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto (ITS), il quale illustra i dati elaborati dalle Nazioni Unite (*UNECE United Nations Economic Commission for Europe "Intelligent Transport Systems (ITS) for sustainable mobility", Geneva, February 2012*) riguardanti lo scenario mondiale attuale caratterizzato dall'aumento e dall'evoluzione della mobilità in tutte le sue sfaccettature. Questi dati riguardano, per esempio, la crescita continua della popolazione mondiale insediata nelle aree metropolitane, che aggira intorno al 51%, il settore dei trasporti che produce oltre il 25% di emissioni mondiali di CO_2 ed infine, per quanto concerne i valori stimati della congestione che pesa circa l'1% del PIL nelle economie sviluppate e il 2-5% in quelle in via di sviluppo, dovute anche all'inefficienza delle infrastrutture.

I trend previsti (UNECE, 2012), inoltre, indicano che nel medio- lungo periodo la globalizzazione e la crescita demografica fanno aumentare drasticamente la domanda di trasporto e che in alcuni casi potrà superare le attuali capacità dei sistemi di trasporto. In particolare, facendo sempre riferimento ai dati elaborati dalle Nazioni Unite si evince che:

- il modello di sviluppo socio- economico mondiale sarà sempre più focalizzato nell'area urbana, si stima infatti, che entro il 2050 oltre il 60% della popolazione mondiale vivrà nelle città, che i centri urbani produrranno oltre l'80% del PIL e che il tasso di motorizzazione subirà un aumento tra il 250 e il 375% specie in determinati Paesi;
- entro il 2050, secondo le previsioni, i passeggeri per km globali saranno triplicati e il traffico merci sarà quattro volte più elevato rispetto alla situazione attuale;
- entro il 2030, 27 città nel mondo, supereranno i 10 milioni di abitanti.

Nel contesto italiano gli ITS rappresentano un settore attivo sin dagli anni Ottanta; possiamo far riferimento all'utilizzo dei sistemi ITS per la gestione del traffico e della mobilità esercitati da numerose città Italiane come (I Sistemi ITS: "*Proposte per una nuova mobilità del Paese*" - TTS Italia- Associazione per la Telematica per i Trasporti e la Sicurezza, dicembre 2007):

- Roma: Sistema AVM Octoplus;
- Milano: Sistema di Regolazione e Controllo Centralizzato dei mezzi del trasporto pubblico locale;
- Napoli: Sistema SAE;
- Torino: Gestione del servizio tramite AVM dalla fine degli anni Ottanta;
- Ischia: Sistema di Gestione del TPL;
- Bologna: Sistema di Controllo delle Corsie Riservate.

Quasi il 50% delle aziende di Trasporto Pubblico Locale italiane sono dotate di sistemi di localizzazione e monitoraggio delle flotte, mirate per appunto a migliorare l'offerta del servizio (*Fonte: ASSTRA*). Un'indagine condotta nell'ambito del progetto InfoCity del programma Elisa finanziato dal Ministero degli Affari Regionali (*Programma Elisa - Progetto Infocity, "Indagine sull'infomobilità: I Sistemi di Trasporto Intelligenti (ITS) negli Enti Pubblici del Programma Elisa", novembre 2012*) ha messo in evidenza che una percentuale elevata degli Enti Locali coinvolti ha adottato un Piano della Mobilità che comprende una sezione riservata agli ITS. In questa sezione si possono trovare interventi riguardanti applicazioni ITS per la gestione del traffico e delle infrastrutture, per la gestione del trasporto pubblico locale, per l'informazione all'utenza, per il road pricing, per la bigliettazione elettronica, l'integrazione tariffaria e per la sicurezza stradale in generale. In particolare, per le attività previste in un orizzonte temporale compreso fra 5 e 10 anni, le aree su cui gli enti locali concentreranno prioritariamente gli interventi saranno quelle delle informazioni all'utenza, della gestione e del monitoraggio del traffico, della gestione del trasporto merci e della bigliettazione elettronica.

A seguito della Conferenza Unificata tra il Governo, le Regioni, le Province (oggi Città metropolitane), l'Associazione Nazionale Comuni Italiani (ANCI), l'Unione delle Province d'Italia (UPI) e l'Unione Nazionale Comuni Comunità Enti Montani (UNCEM), tenutasi nel maggio 2007, le regioni italiane si sono dotate dei Piani Regionali di Infomobilità, un documento di programmazione e di indirizzo inerente le azioni finalizzate allo sviluppo ed alla sostenibilità dei processi applicati ai sistemi di mobilità, sia quella pubblica che quella privata.

1.2 Gestione e Monitoraggio del Servizio tramite i sistemi Advanced Vehicle Monitoring (AVM) e Advanced Vehicle Localization (AVL)

L'evoluzione nel settore dello sviluppo tecnologico, che ha consentito di gestire in modo intelligente il sistema dei trasporti per far fronte alle esigenze sia degli operatori che dei viaggiatori, ha permesso ai sistemi ITS di trasformare i trasporti in un "*sistema integrato*" in cui informazione, gestione e controllo sono in grado di operare sinergicamente al fine di ottimizzare l'uso delle infrastrutture e dei veicoli.

Un importante contributo al riequilibrio modale a favore del trasporto collettivo può essere dato da una efficacia integrazione tra le funzioni di pianificazione, progettazione, controllo e informazione all'utenza in merito al servizio di TPL, nonché da una buona integrazione tra le diverse modalità di trasporto.
È in questo paragrafo che viene evidenziato il ruolo cruciale degli ITS nel settore del trasporto pubblico in quanto si ha la necessità di fornire un servizio di qualità per garantire l'efficienza e comfort ad una clientela sempre più esigente e variegata.
La gestione e il monitoraggio della flotta aspetti essenziali per garantire una buona regolarità del servizio TPL, avvengono tramite i dispositivi AVL (Advanced Vehicle Localization) e AVM (Advanced Vehicle Monitoring) che consentono di raccogliere dati inerenti la localizzazione e lo stato (es. eventuali malfunzionamenti) dei veicoli e di elaborarli in tempo reale per rendere disponibili all'utenza informazioni sul servizio.
Di solito, questi due sistemi vengono usati come sinonimi ma in realtà svolgono due funzioni alquanto differenti. L'AVM è un sistema informatico che funziona come supporto all'esercizio del TPL, in quanto monitora lo stato operativo dei veicoli mediante rilievo e tracciamento di un insieme di informazioni (dati sui passeggeri tramite Automatic Passengers Counter- APC; diagnostiche di funzionamento degli apparti a bordo; dati su tariffazione ecc.,) e parametri (distanza; tempo; velocità) adatti per la gestione della flotta. L'AVL permette invece la localizzazione in tempo reale del mezzo di trasporto, che integra la tecnologia GPS con i sistemi informativi geografici GIS.
L'utilizzo di questi due sistemi nel trasporto pubblico locale è molto importante, in quanto le informazioni monitorate possono elaborare statistiche legate agli utenti tramite l'utilizzo di tecnologie avanzate che conteggiano i passeggeri (i cosiddetti Automatic Passengers Counter- APC). Tra i primi impieghi di tali sistemi si ricordano i casi di Amburgo (1964) e, a seguire, in Canada, mentre la diffusione negli Stati Uniti è avvenuta più lentamente.

1.2.1 Architettura dei sistemi AVM e AVL

Nella figura 1.1 viene illustrato come interagiscono i sistemi AVM e AVL. Generalmente il funzionamento di un sistema AVM si suddivide in tre fasi relative all'acquisizione dei dati, all'elaborazione delle informazioni ottenute e alla trasmissione di queste.

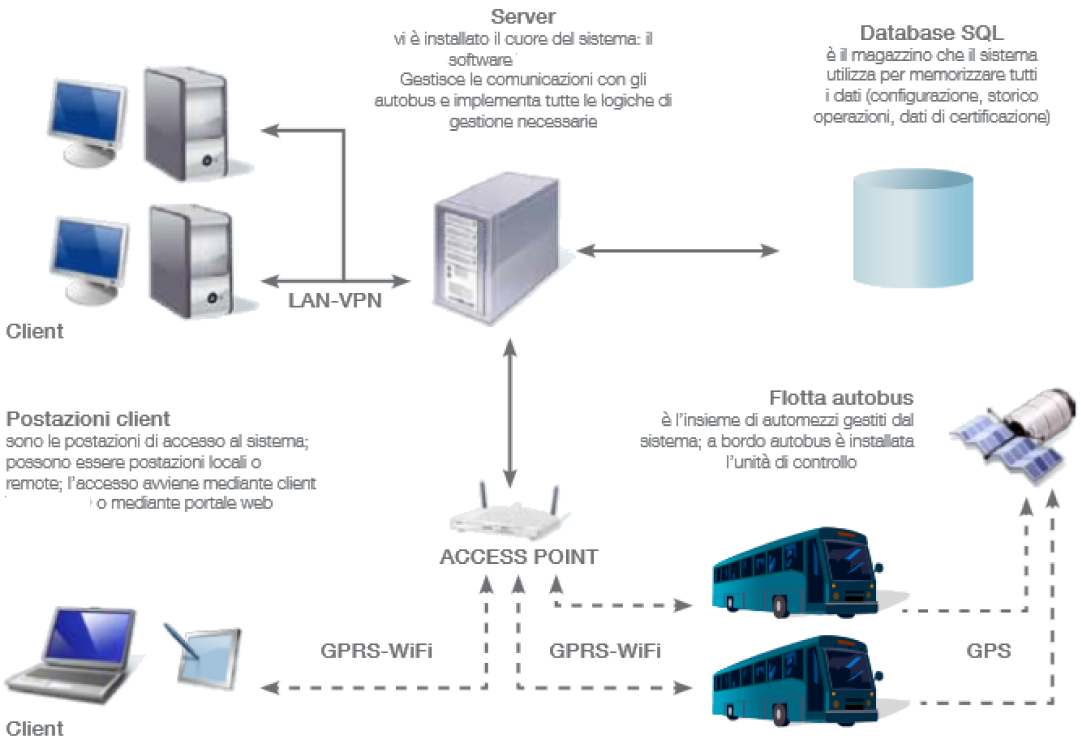


Figura 1.1- Architettura Sistema AVM- AVL- Fonte: Aesys, "Monitoraggio, Localizzazione e Certificazione del Servizio"

Ogni autobus è dotato di un'unità di controllo che è un'interfaccia tra il sistema AVM/AVL e il conducente. Grazie ad un'interfaccia a bordo, l'autista può interagire con il sistema e gestire funzioni come turni, corse, fermate e linee. L'unità di controllo attraverso questo monitor fornisce al conducente informazioni relative al servizio, come per esempio i tempi di ritardo o anticipo e consente una comunicazione diretta tra l'autista e la centrale operativa aziendale tramite lo scambio bidirezionale di messaggi precodificati o direttamente mediante una comunicazione telefonica vocale (canale GSM). Questa fase è di una fondamentale importanza per la gestione delle flotte in servizio, è anche utile per regolarizzare qualora si verifichino degli imprevisti come per esempio guasti, problemi legati alla sicurezza pubblica, ritardi dovuti alla congestione e cosi via. In questo modo quindi è possibile, tramite un Software installato nella centrale operativa, monitorare lo stato di avanzamento di ogni veicolo avendo tutte le informazioni utili in tempo reale.

Il computer installato a bordo, inoltre, permette al monitor di ricevere informazioni sulla gestione e le funzioni delle unità di bordo. Una volta che i dati sono stati acquisiti dall'AVM utilizzando svariati sistemi

di comunicazione come GPRS, è possibile visualizzare delle statistiche in tempo reale riguardanti il servizio.

La posizione in tempo reale del veicolo può essere rilevata utilizzando svariati metodi, quello più comune è relativo agli AVL che può sfruttare più dispositivi differenti tra loro come:

- sensori fissi posizionati nei pressi delle infrastrutture: Spine, Beacon;
- sensori di bordo: Odometri, Giroscopi;
- dispositivi di localizzazione satellitare: GPS, GALILEO.

Nel contesto generale, questi due sistemi AVM e AVL, essendo in grado di interfacciarsi con più software commerciali, consentono la programmazione del servizio da fornire. In questo modo i dati vengono prelevati ed elaborati da un sistema che provvede a distribuirli alle varie unità a bordo per effettuare successivamente un confronto tra i dati ricevuti e quelli misurati dai sensori. In questa fase i dati raccolti, di conseguenza aggiornati, vengono inviati al sistema centrale che prende nota di queste informazioni al fine di garantire un buon funzionamento e gestione della flotta.

Riassumendo, lo scopo del sistema centrale è quindi, quello di monitorare in tempo reale l'esercizio effettuato dai veicoli tramite un software che ha il compito di elaborare in modo più dettagliato le informazioni ricevute per permettere:

- regolarizzazione del servizio;
- raccolta dei dati per scopi statistici;
- generazione di previsioni di arrivo in fermata in tempo reale.

In un'ottica di dirigere i trasporti verso un sistema integrato, l'adozione dell'AVM è in grado di produrre dei benefici concreti e migliorare il livello di servizio offerto, come per esempio:

- capacità di regolarizzare il servizio qualora si manifestino eventi che potrebbero compromettere il programma di esercizio: incidenti, guasti, congestione dovuto al traffico, ai cortei e/o manifestazione che potrebbero deviare il normale esercizio dei mezzi;
- monitoraggio delle flotte in tempo reale;
- pianificazione ottimale dell'offerta di trasporto pubblico al fine di ottenere dati utili per l'elaborazione di statistiche di utilizzo;
- capacità di ridurre i tempi di viaggio e di attesa dei veicoli per offrire un servizio più efficiente agli utenti.

Un altro vantaggio dei sistemi AVM- AVL è quello di ricevere informazioni tramite il sistema di controllo centrale dello SPOT semaforico (impianti semaforici di tipo *Urban Traffic Control- UTC*) quando il veicolo si trova nelle prossimità. Infatti, in un contesto urbano questo sistema potrebbe garantire la priorità semaforica al trasporto pubblico quando esso si trova in un incrocio, riducendo così i tempi di percorrenza in modo tale da assicurare un transito più rapido.

Il funzionamento si concretizza in base ad una previsione, capace di stimare il momento in cui il mezzo arriva all'incrocio semaforizzato, ma se in quell'istante il ciclo statico non conferma la priorità al mezzo, l'UTC interviene gradualmente sulla durata totale delle altre fasi di spostamento allo scopo di ridurre al minimo il tempo di attesa del veicolo pubblico.

1.2.2 Benefici dell'interazione dei sistemi AVM e Urban Traffic Control (UTC)

I benefici dell'interazione dei sistemi AVM e UTC sono ampiamente illustrate dal Progetto Europeo STADIUM- ITS for Large Events (Smart *Transport Applications Designed for Large Events which Impacts on Urban Mobility, 2009-2013*). Nello specifico, il report *Public Transport Fleet Management (PTFM)* riporta alcuni risultati inerenti l'effetto di questi sistemi sulla città di Torino elaborati da studi precedenti come Comprehensive Evaluation of Urban- Regional IRTE*:" The User View and Suggestions for Exploitation*, 1997". Questo studio illustra (Figura 1.2) infatti, che la combinazione di questi due sistemi (AVM- UTC) ha prodotto una riduzione dei tempi di viaggio del trasporto pubblico fra il 17- 20% nella città di Torino riguardanti le linee tramviarie 3 e 4.

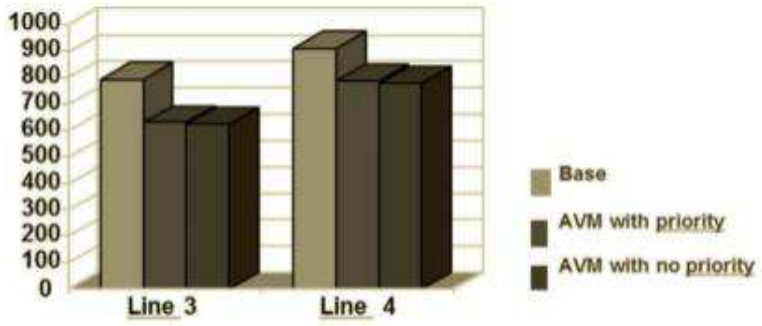


Figura 1.2– Tempi di percorrenza ("Public Transport Fleet Management, Stadium ITS for large events")

Un'altra analisi condotta dallo studio "*STADIUM- ITS for Large Events*" è inerente all'aumento di efficienza della flotta dovuto alla riduzione dei tempi di viaggio che ha permesso di ridurre notevolmente il numero di veicoli per effettuare il servizio.

Nella tabella 1.4 si possono riscontrare altri benefici ottenuti dall'integrazione dei sistemi AVM- UTC; si evince, infatti, una riduzione della congestione nel traffico privato stimata intorno a 14-17%, una riduzione del 14-20% riguardo ai tempi di viaggio e riduzioni pari a circa 10% inerenti alle emissioni di CO2.

CRITERION	IMPACT	MEASURED IMPACTS*
TRAFFIC EFFICIENCY	**	▪ Average travel time decrease for private traffic estimated to be 14-17% (AVM integrated with UTC with bus priority). ▪ Queue reduction approx.
PT EFFICIENCY	****	▪ Reduction in PT trip time estimated to be 14-20% (Quartet Plus in Torino, Italy 1997, Univ. of Bucharest, 2009). ▪ Increase in efficiency in fleet use (fewer vehicles needed).
MODAL SHIFT	**	▪ Shift to PT resulting from reduced trip times, approx 3% measured, Torino.
AIR POLLUTION	**	▪ Reduction when AVM combined with traffic signal priority (estimated to be 10% CO2 decrease, Quartet Plus, Torino)

Tabella 1. 4- Effetti dell'uso di sistemi integrati con AVM ("Public Transport Fleet Management, Stadium ITS for large events")

Queste elaborazioni mettono esplicitamente in evidenza l'importanza che viene associata all'integrazione e al funzionamento ottimale di questi sistemi di trasporto e le varie tecnologie ITS. Queste permettono la localizzazione in tempo reale la flotta (AVL), che combinata con una gestione coordinata del ciclo semaforico (UTC) ed un accurato monitoraggio (AVM) permettono sia agli utenti che ai soggetti esercitanti nel settore di utilizzare e offrire un servizio più efficace.

1.3 Gestione del Trasporto Pubblico Locale nel Gruppo Torinese Trasporti-

Nel 2003, a Torino, con la fusione di ATM (Azienda Torinese Mobilità) e SATTI (Società per Azioni Torinese Trasporti Intercomunali), viene istituita l'azienda denominata Gruppo Torinese Trasporti. Questa azienda, oltre a gestire l'intera flotta del Trasporto Pubblico nella città di Torino, svolge anche altre funzioni riguardanti:

- trasporto urbano;
- trasporto suburbano;
- trasporto extraurbano;
- parcheggi a pagamento (sia in superficie che in struttura);
- servizi turistici (per esempio: cremagliera Sassi- Superga).

Il trasporto urbano e suburbano offerto dalla GTT viene utilizzato mediamente ogni giorno da più di 640.000 persone, serve sia la città di Torino (servizio urbano e suburbano) che i comuni della prima cintura (servizio extraurbano) attraverso 8 linee tramviarie e oltre 80 linee automobilistiche (Figura 1.3) su una rete di oltre 1200 km nella Città Metropolitana di Torino. Il parco veicolare è composto da circa 230 tram, 730 autobus da 12 metri e circa 300 autosnodati di 18 metri.

La città di Torino, inoltre, dispone, della prima Metropolitana automatica d'Italia e di due linee ferroviarie ovvero la linea sfmA Torino- Aeroporto- Ceres che collega in modo veloce la città con l'Aeroporto Internazionale Caselle dalla stazione Dora, la linea sfm1 Pont- Rivarolo- Chieri che effettua un servizio su 35 km di infrastruttura RFI con 7 stazioni, tratta Settimo- Torino- Chieri *(Fonte consultabile su sito www.gtt.to.it*).

Per quanto concerne i servizi turistici, oltre alla cremagliera Sassi- Superga, GTT comprende anche la linea 7 tramviaria storica, cene in movimento a bordo dei tram Ristoranti e Bus Venaria Express che collega Torino con la Venaria Reale in circa 40 minuti. GTT partecipa dal 2010 al consorzio Extra.To, a capo del trasporto su gomma extraurbano, che unisce 21 aziende di trasporto operanti nella Città Metropolitana di Torino, Cuneo, Asti ed Alessandria.

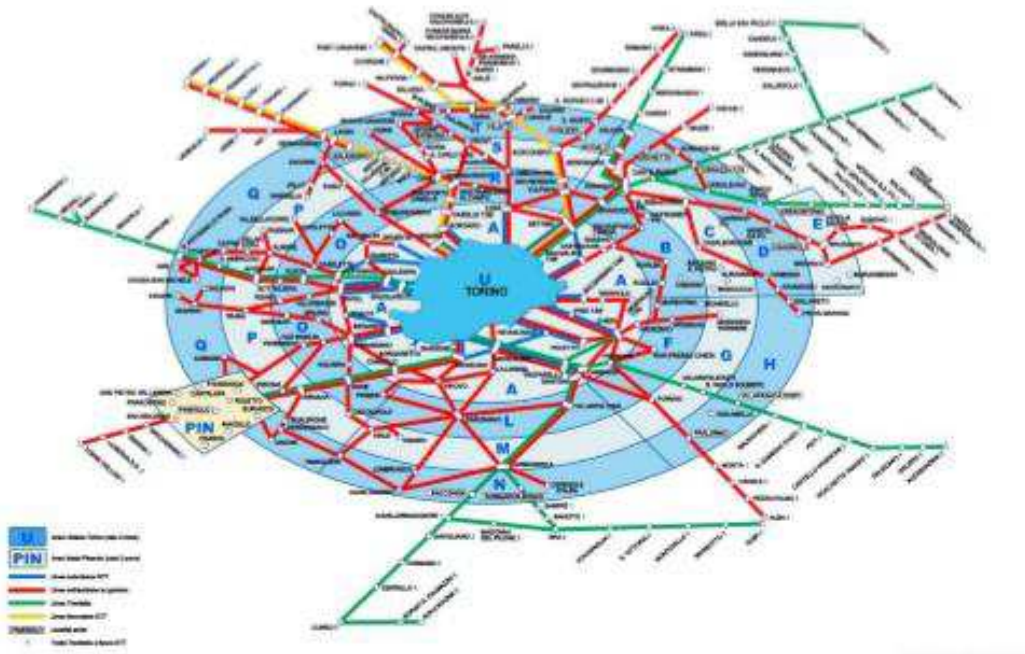


Figura 1. 3- La rete urbana, suburbana e extraurbana GTT

Dopo una breve descrizione del servizio offerto dal Gruppo Torinese Trasporti, è opportuno specificare il ruolo che esso svolge dal punto di vista informatico per l'esercizio e il funzionamento dei sistemi ITS utilizzati.

1.3.1 Il sistema AVM aziendale

Nell'ambito di GTT, l'unità organizzativa che gestisce e coordina il funzionamento degli ITS è denominata *Sistemi e Progetti Telematici* all'interno della *Direzione TPL* dell'azienda. Il settore ha come compito quello della manutenzione dei veicoli, monitoraggio degli apparati telematici di informazione all'utenza, supporto all'esercizio del servizio TPL, attività di manutenzione del sistema SIS e apparati telematici di bordo dei mezzi nonché lo sviluppo dei sistemi di trasporto intelligenti. In particolare ha piena competenza sulla gestione e manutenzione dei dispositivi hardware e software del sistema AVM urbano aziendale, il cosiddetto Sistema Informativo di Servizio della centrale operativa (SIS). SPT ha un ruolo molto fondamentale all'interno dell'azienda, in quanto svolge compiti come la manutenzione delle apparecchiature a bordo in piena autonomia, sostegno alla manutenzione dell'hardware del sistema AVM tramite l'ausilio del SIT (Sistemi Informativi e Telecomunicazione) ed infine manutenzione software della centrale operativa con il supporto della società fornitrice Swarco- Mizar.

Il Sistema Informativo di Servizio (SIS) venne istituito nel 1982 dalla società Swarco- Mizar, con lo scopo di realizzare il sistema AVM urbano della Città. Questa società è stata fondata nel 1981 a Torino per operare nel campo degli ITS in collaborazione con l'azienda ATM per lo sviluppo del software AVM SIS.

Prima dell'evoluzione tecnologica, in Europa, per la localizzazione dei mezzi si utilizzavano sistemi obsoleti come sensori distribuiti nei pressi delle infrastrutture o boe di rilevamento. Questi sistemi causavano spesso delle incertezze nella regolarizzazione dei servizi dovute all'inaffidabilità del posizionamento rilevato, e costi assai elevati per l'installazione di sensori di rilevamento, tra l'altro poco flessibili nella gestione dei mezzi della flotta qualora si fossero verificati delle deviazioni.

Per far fronte a questi problemi, venne studiato dalla Società Swarco- Mizar un algoritmo capace di individuare la posizione dei mezzi della flotta in tempo reale senza la necessità di installare boe di rilevamento nelle infrastrutture.

Questo algoritmo, ormai alla base del sistema dei trasporti, conteneva delle caratteristiche topologiche in termini di archi e nodi della rete e dei percorsi utilizzati dal servizio pubblico.

L'identificativo del percorso corrispondeva alla linea e il turno veicolare di ciascun mezzo e, veniva caricato su un apposito supporto di memoria, denominato *Tabellotto*, che permetteva ad ogni conducente, prima di effettuare il servizio, di qualificarsi, ovvero assegnare il proprio turno e la linea con la quale doveva svolgere l'esercizio per l'intera giornata.

Nell'avanzamento del percorso effettuato dal mezzo, l'elaboratore di bordo tramite l'utilizzo del sensore (odometro) aveva il compito di confrontare il susseguirsi delle tratte compiute fra le varie fermate con quelle immagazzinate dal *Tabellotto*. Se l'avanzamento del percorso era conforme a quello programmato, era possibile monitorare il percorso del mezzo; se invece la corrispondenza veniva a mancare, il mezzo perdeva la localizzazione che veniva raramente rintracciata al susseguirsi di altre tratte con relative fermate.

La localizzazione, ottenuta tramite l'apparecchiatura di bordo, veniva trasmessa alla centrale operativa tramite un ponte radio che permetteva la comunicazione tra il conducente e gli operatori, i quali avevano il compito fondamentale di regolarizzare il servizio e riconoscere l'avanzamento del mezzo durante il suo esercizio.

A partire dagli anni 2000, si è presentata la necessità di innovare il Sistema tramite l'introduzione del sistema di localizzazione globale, ovvero GPS, e l'utilizzo del protocollo GPRS con la funzione di comunicazione tra il bordo del mezzo e la centrale. L'utilizzo del GPS permetteva una localizzazione più precisa rispetto alle boe di rilevamento utilizzate nel passato, e l'utilizzo della telefonia permetteva l'interazione bidirezionale tra il conducente e la centrale per risolvere problemi di copertura per alcune zone della città. Questa innovazione, infatti, ha permesso una modifica radicale sia dell'hardware che del software del sistema nel suo complesso, portando nel 2010 all'utilizzo di un nuovo software utilizzato attualmente dall'azienda per la regolarizzazione dell'esercizio (SIS).

1.3.2 Centrale Operativa SIS e le sue funzioni

La Centrale Operativa ha il compito di monitorare in tempo reale i mezzi della flotta; ogni conducente, prima di effettuare il servizio, ha il compito di provvedere alla sua qualificazione ovvero indicare il turno che gli è stato assegnato per compiere l'esercizio in quel giorno, e deve altresì qualificare la vettura inserendo la linea. Ciò permette all'operatore della centrale di riconoscere il mezzo e verificare tutti gli spostamenti che svolgerà per quel turno e linea.

Tramite il GPS e l'odometro a bordo, ogni mezzo trasmette istantaneamente al sistema la sua posizione in tempo reale sulla rete e in casi di necessità delle informazioni inerenti il funzionamento delle apparecchiature di bordo.

Ogni conducente, dopo essersi qualificato attraverso l'interfaccia TouchScreen (Figura 1.4) può procedere dell'esercizio. Nella fase successiva alla qualificazione, mediante il sistema AVM che identifica la posizione e si occupa della gestione e del monitoraggio, si possono ottenere informazioni anche sul sistema della navigazione e sulle validatrici elettroniche di bordo. La comunicazione tra l'autista e la centrale avviene mediante quest'interfaccia TouchScreen a bordo, che permette di interagire con l'operatore, tramite una serie di messaggi precodificati, riguardo ad alcune anomalie inerenti al mezzo che potrebbero spingere verso una richiesta di manutenzione, una richiesta di assistenza sanitaria per un malore a bordo, incidenti, nonché richiesta dell'intervento delle forze dell'ordine per pubblica sicurezza e per altre esigenze.

Figura 1.4- Sistema SIS: Interfaccia touchscreen dell'apparato di bordo (www.tramditorino.it)

Il compito principale della Centrale è quello di monitorare il corretto funzionamento del servizio programmato; infatti nella Centrale sono presenti 24h su 24h addetti esperti per la gestione del trasporto pubblico, dove ognuno svolge il proprio ruolo come:

- *Regista*: è il responsabile del funzionamento ottimale del servizio di trasporto pubblico. Ha il compito di coordinare e sorvegliare il lavoro della centrale e deve gestire personalmente i problemi più delicati restando in contatto con le forze dell'ordine. Inoltre ha il compito della gestione delle autoradio, ovvero apparecchiature dislocate sulla rete con il personale di pronto intervento in caso di necessità, come per esempio deviazioni dovute ai cortei o manifestazioni;

- *Vice-regista*: lavora in sinergia con il Regista nelle funzioni di controllo. Ha il compito di gestire i guasti e i disservizi qualora si verificassero; nel caso in cui si verificasse un disservizio, il vice-regista ha il compito di inserire dei mezzi per regolarizzare il servizio. Questo potrebbe avvenire tramite l'inserimenti di *turni flessibili*, ovvero aggiungere un ulteriore autobus a supporto di un veicolo che ha effettuato un ritardo di forte entità al fine di garantire il normale svolgimento della linea in questione.
- *Operator*i: sono circa 10 e ad ognuno di essi viene assegnato un numero variabile di linee da monitorare e gestire giornalmente.

Gli operatori della centrale, tramite un'interfaccia grafica (*Monilinea*- Figura 1.8), hanno la capacità di controllare in tempo reale l'andamento del trasporto pubblico con l'obiettivo di regolarizzare il servizio in caso si dovessero verificare ritardi- anticipi e intervenire qualora ci siano delle segnalazioni da parte dei conducenti.

Tale interfaccia ha l'obiettivo di visualizzare per ogni linea il percorso da effettuare in una rappresentazione lineare e la posizione della stessa in tempo reale; i colori che vengono associati ad ogni evento servono a comunicare all'operatore le condizioni di ritardo o anticipo di ogni vettura rispetto alla programmazione stabilita dal servizio. Inoltre, la possibilità di poter monitorare in tempo reale la flotta permette all'operatore e al conducente di scambiarsi delle informazioni tramite delle comunicazioni telefoniche e/o inviare e ricevere in modo bidirezionale dei messaggi precodificati per alcune esigenze a bordo.

Più dettagliatamente, l'interfaccia *Monilinea* rappresenta i singoli turni di una stessa linea per senso di marcia con un codice- colore, in questo modo ogni operatore può visualizzare le linee assegnategli con una rappresentazione lineare (Figura 1.5). In questa rappresentazione i maxi- nodi, che raffigurano le fermate principali del percorso, sono evidenziati di colore giallo, invece, ai nodi intermodali viene associato il colore azzurro, mentre, tutti singoli nodi (singole fermate) sono rappresentati da barrette verticali ed infine i mezzi analizzati sono identificati mediante turno, matricola e linea.

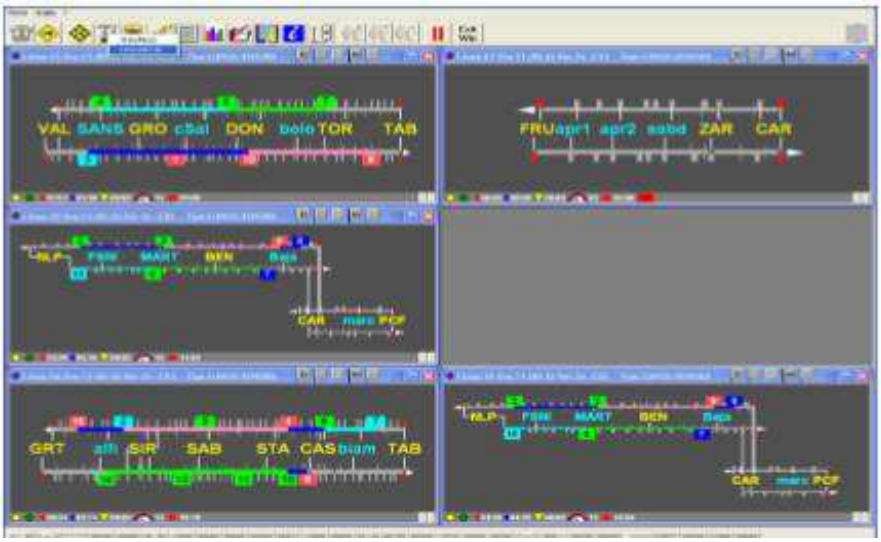


Figura 1.5- Monilinea: assegnazione di 5 linee ad un operatore- Fonte: Centrale Operativa SIS

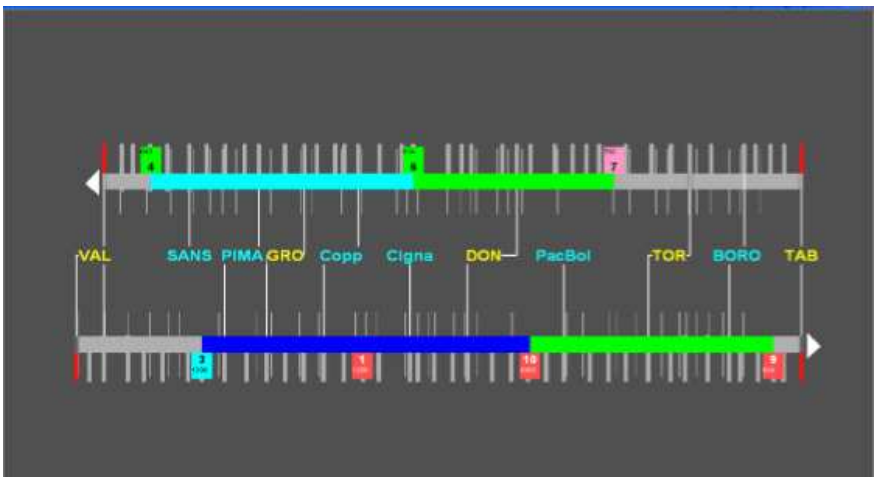


Figura 1.6- Monilinea: Rappresentazione dettagliata di una linea per senso di marcia- Fonte: Centrale Operativa SIS

Il percorso di ogni mezzo viene raffigurato da una linea a cui è associato un codice- colore che illustra le condizioni di ritardo ed anticipi. L'entità del ritardo viene rappresentata sulla base dell'intensità di colore rosso; quando si verifica un ritardo di bassa entità il colore è rosa, mentre, quando il colore tende al rosso indica che l'entità del ritardo è molto elevato. Lo stesso accade quando si verificano degli anticipi dove la scala di colori varia tra blu e azzurro (azzurro corrisponde a bassa entità, blu ad un'alta entità). Il colore verde si verifica quando il servizio sta svolgendo correttamente il suo percorso e, la presenza di altri colori indicano le anomalie di funzionamento.

Questi codici- colori servono, oltre ad aiutare l'operatore nella gestione delle flotte, anche a fornire informazioni quando si verificano ritardi e anticipi rispetto alla regolarizzazione programmata e all'intertempo che scorre tra due vetture della stessa linea.

Queste funzioni svolte dalla centrale operativa hanno l'obiettivo di offrire un servizio più efficiente e conforme a quello programmato, anche se in un ambito urbano, quotidianamente si verificano fatti come la congestione del traffico dovuto ad incidenti, o guasti del mezzo nonché altri fattori esogeni.

Gli interventi effettuati dagli operatori, nella maggior parte dei casi, riguardano gli anticipi e ritardi quando si verificano delle irregolarità durante la partenza dal capolinea, o rallentamenti a causa degli eventi verificatasi nell'ambito urbano che spesso potrebbero provocare degli accodamenti con i veicoli retrostanti. Infatti, quando si verificano queste anomalie, la centrale può decidere istantaneamente se limitare e/o deviare la corsa della linea in questione, o nel caso di ritardi di forte entità introdurre degli autobus flessibili al fine di ristabilire il corretto funzionamento dei mezzi in modo che l'esercizio in fase di svolgimento sia conforme a quello programmato.

CAPITOLO 2- Sistemi di informazione all'utenza

Nel precedente capitolo sono stati introdotti gli Intelligent Transport System (ITS) che hanno contribuito a trasformare il sistema di trasporto in un "sistema integrato" dove l'informazione, gestione e controllo sono in grado di operare sinergicamente. Per tale ragione sono stati spiegati le caratteristiche dei sistemi Advanced Vehicle Monitoring (AVM) e i sistemi Advanced Vehicle Localization (AVL) che si occupano della gestione e del monitoraggio di tutto il sistema del Trasporto Pubblico Locale (TPL).

In questo capitolo viene introdotto l'importanza degli Advanced Traveller Information System (ATIS) i quali hanno contribuito a migliorare la qualità dei sistemi di trasporto sia per gli utenti e sia per i soggetti esercitanti nel settore.

Gli studi compiuti hanno permesso di trattare nello specifico i sistemi di informazioni all'utenza che hanno aumentato il grado di soddisfazione degli utenti e l'efficacia ottenuta da questi sistemi. Successivamente vengono trattate le motivazioni che hanno spinto molte aziende nel settore ad adottare diversi approcci e tecnologie innovative per la diffusione delle informazioni in tempo reale agli utenti esplicitando i vantaggi ottenuti sia da parte degli operatori di trasporto pubblico in termini di utilizzo del servizio sia da parte degli utenti come riduzione del tempo di attesa percepito.

A questo punto, è stato opportuno introdurre alcuni servizi erogati dalla società 5T che è una società controllata da GTT e si occupa della gestione di servizi di mobilità privata e pubblica. Per questo motivo,

sono stati descritti alcuni servizi forniti dalle due aziende, trattando in modo specifico quelli relativi all'informazione all'utenza.

2.1 Le tecnologie AVL e le informazioni in tempo reale

Fin dagli anni '80 molte agenzie del trasporto pubblico iniziarono ad avere un interesse verso la diffusione delle informazioni sul servizio all'utenza per migliorare ed offrire un sistema di trasporto più efficiente. Nella letteratura, esistono diversi sistemi per lo sviluppo delle informazioni agli utenti, come l'utilizzo dei sistemi di localizzazione (AVL), o la formulazione di algoritmi specifici per la generazione delle previsioni, nonché la diffusione dell'infomobilità mediante l'ausilio dei sistemi di trasporto intelligenti (ITS).

Uno studio condotto dal progetto "Transit Cooperative Research Program TCRP" *(AA.VV., TCRP Synyhesis 48, "Real- Time Bus Arrival Information Systems, 2003*") è stato uno dei primi a mettere in evidenza l'importanza delle tecnologie AVL per fornire informazioni in tempo reale tramite sistemi di posizionamento globale quali il GPS.

Negli anni l'impiego sempre più massiccio di informazione all'utenza ha portato tanti benefici riguardanti l'utilizzo del mezzo pubblico da parte degli utenti, i quali, avendo informazioni sull'arrivo del mezzo alla fermata in tempo reale, percepivano un minor tempo di attesa. Questo ha prodotto, infatti, un aumento del grado di soddisfazione da parte degli utenti verso il servizio offerto e una sensazione di sicurezza soprattutto da quelli che utilizzavano i mezzi nelle ore notturne.

Inoltre, l'interazione tra il sistema AVL e l'informazione all'utenza ha apportato dei vantaggi anche per i soggetti che operano nel settore; questo ha permesso una riduzione del tempo necessario per il monitoraggio e la programmazione dei veicoli, una riduzione del tempo impiegato per soddisfare le richieste dei clienti e in generale un miglioramento nella gestione della flotta.

Questi benefici connessi all'utilizzo integrato di questi sistemi hanno spinto molte agenzie del trasporto pubblico ad investire in sistemi informativi per garantire un servizio più coordinato ed efficace al fine di soddisfare gli utenti.

Nel documento TCRP vengono approfonditi alcuni benefici attesi dall'utilizzo di questi sistemi; per esempio, nel 1990, a Londra ci fu lo sviluppo di un sistema "*London Buses' Countdown System*" relativo all'informazione di arrivi in fermata in tempo reale. Due ricerche importanti per l'informazione all'utenza, finanziati da CE sono l'INFOPOLIS 1 (1996-1997) e INFOPOLIS 2 (1998-2000).

L'obiettivo principale di INFOPOLIS 1 era quello di garantire una migliore accessibilità alle informazioni inerenti il trasporto pubblico agli utenti e di stabilire degli standard Europei. Tale progetto ha prodotto una documentazione e un'analisi dettagliata di 53 sistemi di informazione all'utenza sui mezzi. Dal successo ottenuto, INFOPOLIS 2 è stato un'estensione del progetto precedente, in cui sono stati studiati oltre 150 sistemi di informazione sui veicoli.

Un altro studio condotto da TCRP ha messo in evidenza che a partire dal 2000 la diffusione di sistema AVL ha subito un aumento vertiginoso nell'esercizio delle aziende. Per esempio, negli Stati Uniti 88 agenzie di trasporto iniziarono ad utilizzare questi sistemi e a monitorare in tempo reale i mezzi e, nel frattempo altre 142 agenzie erano nella fase di progettazione per l'adozione. Questo ha spinto le società ad "introdurre" il concetto dell'informazione all'utenza in tempo reale presso le fermate degli autobus ottimizzando il servizio alla clientela.

I dispositivi di diffusione dell'informazione inizialmente utilizzati erano gli schermi con tecnologia a LED o LCD come illustrato nelle Figure 2.1 e 2.2; essi venivano posizionati nelle fermate o nei luoghi strategici della rete utili per favorire anche degli spostamenti intermodali e, trasmettevano gli orari di arrivo previsti e informazioni, o straordinarie (come deviazioni) o generiche (come data e ora).

Figura 2.1- Informazione all'utenza a Williamsport, Pennsylvania (TCRP Synthesis n. 48, 2003)

Figura 2.2 - Servizio di informazione "Tri-Met transit tracker", Portland, Oregon (TCRP Synthesis n.48, 2003)

Un'ulteriore analisi condotta da TCRP (Figura 2.3), invece, mette a confronto i vari canali di diffusione di informazione all'utenza, come i display LED (ormai obsoleti) installati nelle fermate, trasmissione delle informazioni via internet e/o connessione dati su dispositivi mobili, nonché i sistemi installati direttamente a bordo dei veicoli.

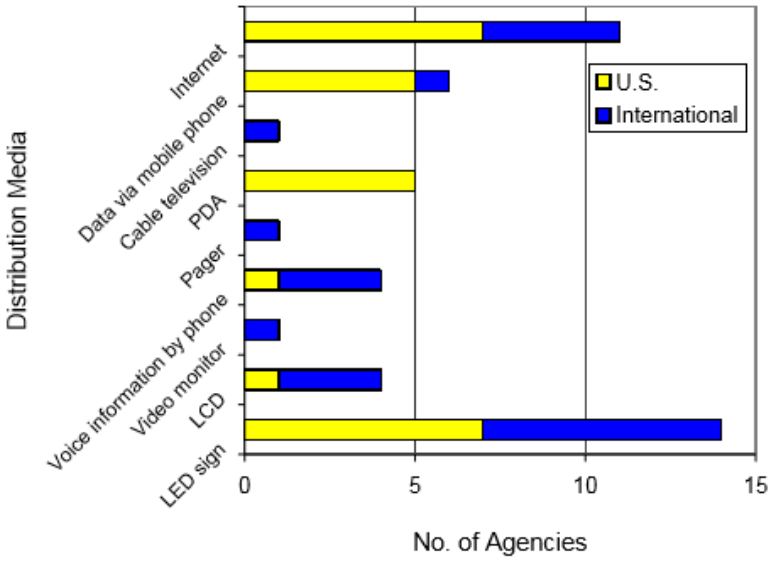


Figura 2.3- Canali più utilizzati per la diffusione di informazioni (TCRP Synthesis n.48, 2003)

Le cause che hanno spinto molte aziende di trasporto ad utilizzare sistemi di informazione all'utenza, sono molteplici, infatti la Figura 2.4 illustra i risultati di un sondaggio eseguito dalle varie agenzie.

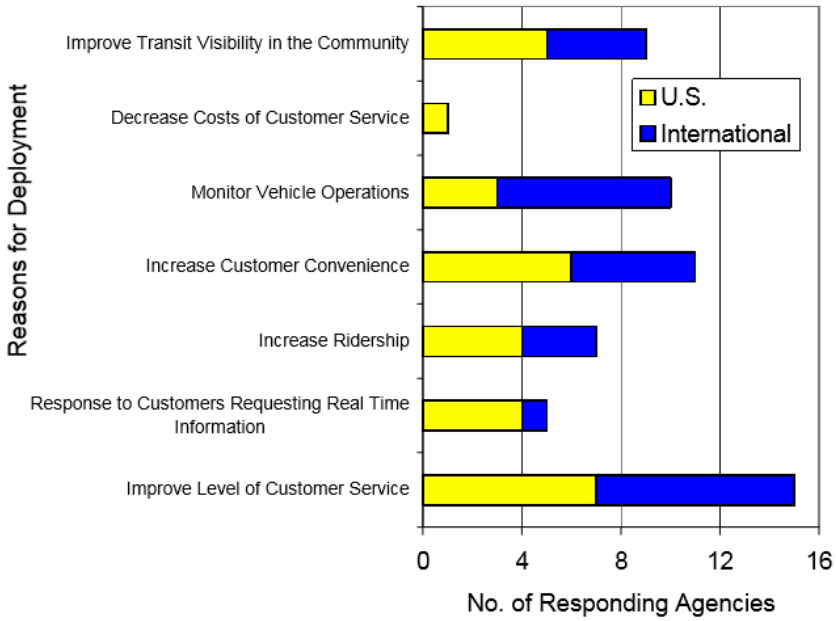


Figura 2.4- Motivazioni alla base della diffusione di informazioni (TCRP Synthesis n.48, 2003)

Questo sondaggio mette in evidenza le motivazioni per cui molte aziende si sono dirette verso questo sistema, come per esempio il miglioramento del livello di servizio, comfort percepito dagli utenti nell'utilizzo del mezzo pubblico, la necessità di monitorare il servizio, nonché l'utilità vera e propria nella gestione del trasporto pubblico.

L'avvento dell'innovazione tecnologica, inoltre, ha reso gli strumenti di comunicazioni più semplici dal punto di vista tecnico in quanto sono facili da implementare e poco costosi. L'utilizzo del GPS, infatti, ha permesso un'accuratezza maggiore sul posizionamento in tempo reale dei mezzi, facilitando cosi la riorganizzazione delle flotte da parte delle agenzie di trasporto.

2.1.1 Vantaggi sulla riduzione del tempo di attesa

Questi hanno quindi contribuito a migliorare le operazioni di pianificazione nell'esercizio dei trasporti generando molti benefici relativi anche alla riduzione dei tempi di attesa. Quest'ultimo aspetto ha un potenziale impatto sugli utenti, in quanto avere informazioni di arrivo dei veicoli in tempo reale, permette di percepire di meno il tempo di attesa alle fermate e altresì concede di pianificare al meglio gli spostamenti.

Riguardo a questo tema, possiamo far riferimento a diversi studi condotti nel 2005 da Chorus et al., dove ha analizzato gli atteggiamenti degli utenti nei confronti dei sistemi di informazione in fermata e ne emerge l'uso crescente degli Advanced Traveller Information System (ATIS) da parte dei passeggeri. Un altro studio eseguito da una ricerca svedese (Dziekan Katrin, Kotthenhoff Karl, *Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers, Transportation & Logistics*, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm (S), 2006) mette in evidenza come gli ATIS possano influenzare le scelte modali delle persone in favore del trasporto pubblico e gli prodotti a livello psicologico sugli utenti (Figura 2.5) ad esempio:

- riduzione del tempo di attesa percepito dall'utente;
- effetti psicologici positivi, come l'aumento della sensazione di controllo sulla situazione e riduzione dell'incertezza e sensazione di sicurezza nelle ore notturne;
- aumento della disponibilità al pagamento per il servizio;
- modifica delle abitudini di viaggio;
- aumento della soddisfazione da parte dei passeggeri.

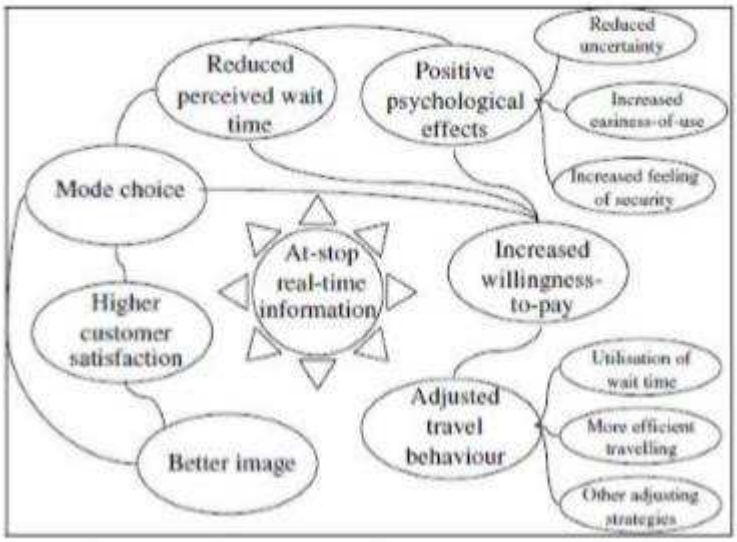


Figura 2.5- Potenziali effetti dovuti dall'introduzione di sistemi di nformazione di arrivo in fermata in tempo reale (Dziekan e Kottemhoff, 2006)

Riduzione del tempo di attesa percepito dall'utente

Alcuni studi approfondiscono più dettagliatamente il livello di soddisfazione degli utenti facendo riferimento al tempo di attesa percepito. Uno studio condotto da Rabi G. Mishalani et al.,(2006) propone un modello matematico lineare (Equazione 2.1) a più variabili che mette insieme il tempo di attesa percepito e il tempo reale di attesa percepito dagli utenti:

$$\mathbf{p = \beta_0 + \beta_1 a + \beta_2 w + \beta_3 c + \varepsilon} \qquad \mathbf{[1.1]}$$

Equazione 2.1- Modello regressivo lineare- Tempo di attesa percepito (Mishalani et al., 2006)

- p: tempo d'attesa percepito;
- a: tempo di attesa reale;
- w: distanza a piedi tra fermata e destinazione finale;
- c: limiti di tempo eventualmente presenti; -
- Ɛ: costante con carattere di variabile casuale a media nulla;
- β_0, β_1, β_2, β_3, : parametri reali, positivi o negativi (riferite alla tabella sottostante – Tabella 2.1)

Variable	*Est. Parameter*	*Standard Error*	*t-statistic*
Intercept	1.68	0.94	1.80
Actual wait time	0.77	0.18	4.36
Walking time	0.047	0.028	1.71
Time constraint	-0.91	0.62	-1.47
No. of observations = 46, $\bar{R}^2$ = 0.529			

Tabella 2.1 - Coefficienti del modello regressivo lineare (Mshalani et at., 2006)

Normalmente al tempo di attesa percepito (1,68 minuti) viene attribuito un incremento pari a 0,77 minuti per ogni minuto reale di attesa con l'aggiunta di altri parametri che presentano un'influenza minore per il calcolo.

Analogamente, uno studio condotto da Kari Edison Watkins et al., (2011) propone un altro modello lineare ma più dettagliato (Equazione 2.2) che include come parametro anche la presenza di informazioni in tempo reale in fermata:

$$\mathbf{PW = \beta_0 + \beta_1 MW + \beta_2 RT + \beta_3 PM + \beta_4 BF + \beta_5 FL}$$

Equazione 2.2 - Modello regressivo lineare- Tempo di attesa percepito (Watkins n et al., 2011)

- PW: tempo di attesa percepito;
- MW: tempo di attesa misurato in tempo reale;
- RT: (1) presenza; (0) assenza, di informazione in tempo reale;
- PM: (1) ora di punta, (0) no ora di punta;
- BF: livello di insoddisfazione percepito da una scala 1-10;
- β_0, β_1, β_2, β_3, β_4, β_5: parametri reali, positivi o negativi (riferite alla tabella sottostante- Tabella 2.2)

Variable	Coefficient	Robust standard error	t-Statistic (p-value)
Intercept	1.9	0.40	4.82 (0.000)
Measured wait (MW)	0.72	0.049	14.63 (0.000)
Real-time info (RT)	−0.73	0.24	−3.08 (0.002)
PM peak period	0.59	0.22	2.73 (0.006)
Buses per hour (BF)	−0.14	0.064	−2.24 (0.025)
Aggravation level (AL)	0.19	0.054	3.53 (0.000)
No. observations = 646 R^2 = 0.43, $F(2652)$ = 56.10 (P = 0.0000)			

Tabella 2.2 - Coefficienti del modello regressivo (Watkins et al., 2011)

Questo modello stima il tempo di attesa percepito con una costante di 1,9 minuti più 0,72 per ogni minuto reale percepito, ma se il passaggio avviene nelle ore di punta vi è un incremento di 0,59 minuti. Al contrario, se vi è la presenza di informazione di arrivo in fermata, il tempo percepito viene ridotto di 0,73 minuti.

Un'indagine condotta da B. Ferris et al., nel 2010 descritta nel Documento OneBusAway: "*Results from Providing Real- Time Arrival Information for Public Transit*", oltre a esplicitare i benefici attesi dai sistemi ATIS, mette in evidenza anche il comportamento degli utenti nelle scelte abitudinali grazie alla diffusione delle informazioni di arrivo in fermata. Le Figure 2.6 e 2.7, riportano gli esiti delle indagini condotte da Ferri set al., che indicano le motivazioni e le scelte degli utenti. Questi grafici indicano quanto spesso gli utenti optano di spostarsi in altre fermate principalmente per raggiungere altre linee e velocizzare cosi il tempo di viaggio ma anche, raggiungere un'altra fermata della linea stessa sia per fare esercizio o semplicemente passare il tempo al fine di percepire un tempo di attesa minore.

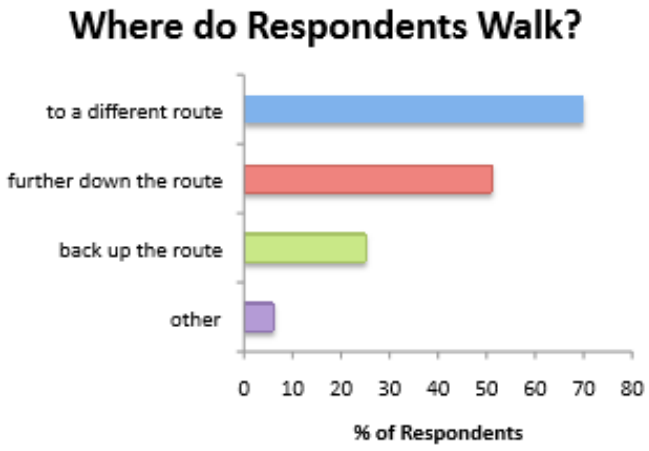


Figure 7. Where do respondents walk when they choose to walk to a different stop? Walking to a stop on a different route was the most frequent response.

Figura 2.6- Spostamenti effettuati dagli intervistati tra le fermate- (Ferris et al., 2010)

Figure 8. Why do respondents walk to a different stop? A faster route to their destination was the most frequent response.

Figura 2.7- motivazioni dello spostamento effettuato dagli intervistati nel caso in cui i le previsioni indicano un tempo di attesa maggiore- (Ferris et al., 2010)

Da questi studi si evince che avere le informazioni sul passaggio degli autobus, oltre ad aumentare il grado di soddisfazione degli utenti, permette altresì di trovare delle alternative e/o cambiare le scelte abitudinali al fine di velocizzare i tempi di spostamento e percepire un minor tempo di attesa.

2.2 L'informazione all'utenza nell'Area Metropolitana Torinese

GTT possiede partecipazioni in diverse aziende che operano nel settore dei trasporti sia come gestori che come fornitori di servizio. Tra queste vi è il consorzio 5T s.c.r.l (Tecnologie Telematiche Trasporto Traffico Torino) che si occupa della mobilità pubblica e privata dell'Area Metropolitana torinese e in particolare, offre molte soluzioni per la gestione del traffico sia quello pubblico che privato e dell'infomobilità.

2.2.1 Sevizi erogati dalla Società 5T

Il consorzio 5T è stato avviato nel 1992 dalla città di Torino, costituita successivamente nel 2001, come una società privata a totale partecipazione pubblica che si occupa della gestione della mobilità con le tecnologie ITS. Il sistema di gestione è amministrato dalla società consortile (5T s.c.r.l.) in collaborazione

con partners pubblici e privati come GTT, AEM (Azienda Elettrica Municipale), Mizar S.p.A e CSST (Centro Studi Sistemi di Trasporto).

Al tempo il sistema era composto da 7 sottosistemi (*Sistemi ITS- Stato dell'Arte: "come emerso dal X congresso Mondiale di Madrid, novembre 2003*") che collaboravano in sinergia per la gestione della mobilità e il controllo dell'ambiente; le funzioni svolte sono le seguenti:

- il supervisore cittadino ha l'obiettivo di garantire l'integrazione di tutti i sottosistemi con lo scopo di migliorare il servizio e contemporaneamente tutelare l'ambiente. Il funzionamento si basa su un rilevamento di ogni 5 minuti sull'andamento del traffico, prevedendo lo stato della mobilità ad intervalli di 60 minuti e simultaneamente controlla gli effetti dell'inquinamento causati dalla mobilità;
- il sottosistema gestione del trasporto pubblico si occupa di controllare la regolarità e la velocità del servizio di trasporto pubblico locale tramite il monitoraggio dei veicoli su strada e la priorità semaforica a favore del mezzo pubblico. Si occupa anche del servizio di informazione all'utenza mediante circa 200 unità (oggi 160) di visualizzazione degli arrivi in fermate;
- il sottosistema del controllo del traffico UTC ha il compito di gestire i semafori con un software di regolazione dinamica dei cicli semaforici, al fine di garantire la priorità al TPL; attualmente il servizio eroga la priorità semaforica alle linee tranviarie GTT: 2,3,4,9,10 e 16. Il sistema è adottato su circa 140 incroci in area urbana con circa 1500 unità di rilevamento del traffico tramite i sensori induttivi (spire);
- il sottosistema gestione parcheggi ha il compito di fornire informazioni sulla disponibilità dei posti;
- il sottosistema ambiente si occupa delle previsioni ambientali sul breve periodo tramite l'utilizzo delle previsioni meteorologiche, dati sull'inquinamento e sul traffico mediante 11 stazioni di misura;
- sottosistema indirizzamento collettivo tramite pannelli informativi Variable Message Sings (VMS) fornisce informazioni di indirizzamento verso i quartieri della città e informazioni in tempo reale sulla disponibilità dei parcheggi automatizzati; è dotato di 26 pannelli di instradamento e 23 pannelli per i posti disponibili;
- il sottosistema informazione ai cittadini TITOS offre, mediante il sito (www.5t.torino.it), televideo regionale e gli sms, informazioni in tempo reale sullo stato di avanzamento dei trasporti pubblici, traffico e parcheggi; TITOS ha lo scopo di sostenere gli utenti con trasmissione di informazioni in tempo reale per pianificare prima e/o durante il viaggio, il mezzo ed il percorso origine- destinazione ottimale.

I servizi finora erogati dalla società 5T ai cittadini, oltre al controllo del traffico urbano tramite Traffic Operation Centre (TOC), coordinano anche i sistemi di Enforcement per la gestione della domanda di mobilità e miglioramento della sicurezza stradale come i sistemi di controllo degli eccessi di velocità e ZTL. 5T supporta inoltre GTT nella gestione dei sistemi e degli applicativi per il monitoraggio e l'efficienza del livello di servizio tramite servizi di infomobilità in tempo reale e servizio di calcolo percorsi dal 1996 che, elabora dati relativi a linee, percorsi, fermate e orari.

Dal 2007 le informazioni sul trasporto pubblico sono state integrate in Google Transit con l'obiettivo di fornire ai passeggeri informazioni in tempo reale. Un'altra iniziativa da parte di 5T è stata il sistema di bigliettazione regionale, il progetto BIP (Biglietto Integrato Piemonte) con lo scopo di fornire un sistema di bigliettazione elettronica integrata e un sistema di monitoraggio dei mezzi pubblici al fine di controllare la domanda della mobilità.

2.2.2 I sistemi di informazione all'utenza GTT

GTT ha recentemente attuato un processo di internalizzazione di alcuni servizi attinenti il TPL finora erogati dalla società 5T, la tabella 2.3 illustra sinteticamente il passaggio di alcuni servizi inerenti all'infomobilità forniti dalla società verso l'azienda del trasporto pubblico locale:

Attività	Contratto di riferimento	Termine passaggio competenze	Effettiva presa in carico GTT	Note
Previsioni in Fermata VIA II/VIA III	Erogazione servizi transitori da parte di 5T	31-lug-16	12-lug-16	gestito da GTT sia come erogazione previsioni che come manutenzione apparati
Previsioni in Fermata VIA I	Erogazione servizi transitori da parte di 5T	31-dic-16	da prorogare fino al 30/4/2017	**GTT non gestirà i VIA I** ormai obsoleti ma sostituirà l'informazione con il progetto di riorganizzazione in fermata con **Totem e VIA IV**
Calcolo percorso servizio urbano GTT	Erogazione servizi transitori da parte di 5T	30-set-16	20-set-16	**Il calcolo percorsi sul sito GTT è online dal 20/9**. Sono state dati a luglio gli accessi a 5T per utilizzare i dati per adeguare calcolo percorso APP GTTMobile con dati GTT. Il nuovo calcolo percorsi comprende anche il servizio extraurbano e ferrovia, è inoltre predisposto per il calcolo disabili.
Servizio SMS informazione passaggi	Erogazione servizi transitori da parte di 5T	31-dic-16	da prorogare fino al 30/4/2017	Il transitorio è stato definito in modo da acquisire il servizio solo dopo aver completato le procedure di gara per l'appalto telefonia GTT. Tecnicamente saremo pronti a gestire il servizio da ottobre 2016

Tabella 2.3 - Quadro sinottico attività 5T al 27/2/2017, GTT

Uno degli aspetti rilevanti del nuovo contratto tra le due aziende è quello dello spegnimento totale delle previsioni in fermata dei dispositivi cosiddetti VIA (Visualizzazione delle Informazioni di Arrivo) di prima generazione ormai obsoleti. Questi dispositivi, gestiti finora da 5T, saranno in carico alla GTT che ha avviato un progetto di riorganizzazione delle informazioni in fermata oggetto di studio in questa tesi.

Un altro servizio recentemente internalizzato da GTT, riguarda il calcolo percorso del servizio urbano, in cui l'aspetto innovativo concerne sia il calcolo per il servizio extraurbano e ferroviario e sia l'accessibilità alle vetture alle persone con disabilità motorie; la nuova interfaccia APP permette infatti di avere informazioni riguardo ai mezzi accessibili (Figura 2.8).

Figura 2.8- Calcolo percorso servizio urbano GTT- (Tesi in Azienda 2018)

Inoltre, è possibile richiedere la visualizzazione dei passaggi in tempo reale per avere ulteriori informazioni sull'arrivo dei mezzi al fine di poter fornire gli utenti la possibilità di effettuare una scelta intermodale e/o pianificare i propri spostamenti (Figura 2.9).

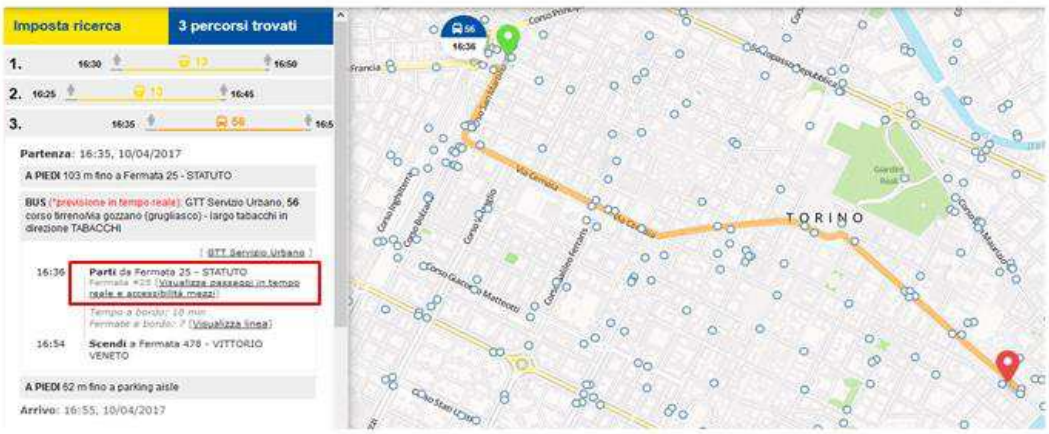


Figura 2.9- Visualizzazione del calcolo percorso servizio urbano GTT- (Tesi in Azienda 2018)

Un ultimo servizio affidato attualmente alla GTT è il servizio SMS legato al passaggio dei mezzi in tempo reale. Prima di recarsi in fermata, è possibile inviare un SMS con il numero della palina per avere informazione sugli arrivi al fine di organizzare i propri spostamenti tra le varie fermate in base al passaggio del mezzo.

Nonostante questa fase di passaggio nella gestione dei servizi, con l'aggiornamento del contratto stipulato (Servizi per la Gestione Integrata della Mobilità e dell'Infomobilità- Schema di Contratto di

servizi 2016-2021) tra le due aziende, secondo l'Art. 15 *Obblighi di GTT,* l'azienda del trasporto pubblico locale è obbligata a trasmettere alcuni suoi dati per permettere l'erogazione di alcuni servizi a 5T.

Infatti, in base al contratto (Servizi per la Gestione Integrata della Mobilità e dell'Infomobilità- Schema di Contratto di servizi 2016-2021), GTT ha l'obbligo di rendere disponibile a 5T alcune tipologie di dati utili per garantire la corretta gestione dei servizi:

- messaggi di localizzazione in tempo reale dei bus e dei tram delle linee con priorità semaforica;
- la posizione in tempo reale dei bus e dei tram al fine di garantire l'erogazione alla città di Torino dei servizi di analisi, reportistica e supporto alle decisioni, anche tramite apposito sito web;
- i dati relativi ai propri servizi di trasporto pubblico al fine di permettere a 5T l'erogazione ai cittadini dei servizi di infomobilità.

I sistemi di informazione all'utenza utilizzati nell'azienda sono di vario tipo:

- i centri di servizio al cliente;
- il call center che, tramite il numero verde è possibile comunicare o segnalare direttamente ad un operatore dell'azienda ogni esigenza;
- il sito internet aziendale (www.gtt.to.it) dove sono disponibili tutte le informazioni (trasmesse in formato GTFS) sui servizi erogati, come i passaggi in tempo reale in fermata;
- l'APP smartphone, aggiornato recentemente (GTT Mobile), consente agli utenti di calcolare il percorso e di visualizzarlo su una mappa interattiva permettendo cosi, di individuare le fermate interessate e di ottenere informazioni in tempo reale sul passaggio dei mezzi;
- Servizio SMS.

Uno degli aspetti innovativi promossi dall'azienda è una piattaforma di messaggistica istantanea Telegram (@gttorari_bot), sviluppato in collaborazione con il CSI. Questa applicazione ha la funzione di visualizzare gli orari dei passaggi in tempo reale attraverso una mappa interattiva. Questa funzione offre la possibilità di individuare la fermata georiferita, la zona circostante che potrebbe offrire delle scelte intermodali agli utenti, e la possibilità di conoscere le rivendite di biglietti più vicine alla fermata richiesta. Inoltre con l'aggiornamento dell'APP è possibile conoscere l'accessibilità ai mezzi alle persone diversamente abili ed in fine, è in grado di memorizzare la preferenza dell'utente in base alle fermate cercate più spesso (Figura 2.10).

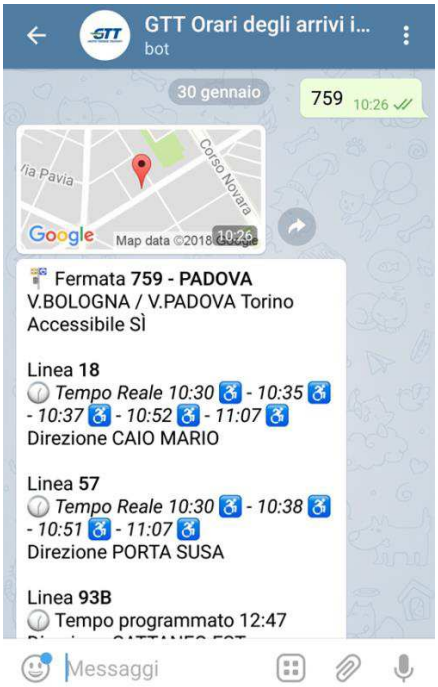


Figura 2.10- Piattaforma messaggistica istantanea Telegram

Visualizzazione di Informazioni di Arrivo (VIA)

Per quanto concerne, invece, i dispositivi di informazione in fermata, i cosiddetti Visualizzazione di Informazioni di Arrivo (VIA), anch'essi hanno lo scopo di visualizzare i passaggi degli arrivi in tempo reale (Figura 2.11).

la GTT dispone di questi display in circa 350 fermate, ma essendo di tre generazioni differenti è opportuno distinguere brevemente le loro caratteristiche:

- i VIA di prima generazione (VIA_I) attualmente ci sono circa 160 ubicati nelle fermate; questi display, costituiti da pannelli LED ad una sola riga di informazione, sono i primi ad essere stati installati intorno ai primi anni 2000 (Figura 2.12). Questi display ricevono l'informazione unicamente da un'architettura legata ai cicli semaforici (SPOT) di conseguenza sono considerati poco affidabili e ormai obsoleti e per di più i costi di manutenzione sono molto elevati rispetto ai dispositivi più moderni. Inoltre, essendo gestiti dalla società 5T ed in una fase di internalizzazione da parte della GTT, si intende procedere verso lo spegnimento totale di tali dispositivi con l'obiettivo di sostituirli con quelli più moderni che verranno gestiti dall'azienda.
- i VIA di seconda generazione (VIA_II) sono installati in circa 147 fermate e sono tecnologicamente più avanzati rispetto a quelli di prima generazione. L'architettura di tali dispositivi è dotata di un involucro metallico di 41x85x25 cm, racchiudono un processore

interno, hanno un modulo di comunicazione GSM e sono alimentati da un pannello fotovoltaico con l'ausilio di due batterie. Inoltre, hanno un display LCD e nella configurazione vi è la presenza di 4 righe di testo che riportano le informazioni degli arrivi in tempo reale per un massimo di 3 pagine.

- i VIA di terza generazione (VIA_III) sono ubicati in circa 43 fermate e sono alimentati elettricamente, unico aspetto che li differenzia da quelli della seconda generazione. Inoltre, sia questi dispositivi che i VIA_II ottengo le informazioni da un server e dal protocollo di comunicazione GPRS gestito dall'azienda dal 2016. La competenza software ed hardware è amministrata dal reparto Sistemi e Progetti Telematici e le previsioni sono generate da un software di centrale standard chiamato Flash-net.

Figura 2.11- Visualizzazione Informazioni Arrivo (VIA II), Foto da www.tramditorino.it

Figura 2.12- Visualizzazione Informazioni Arrivo (VIA I)

Oltre a questi dispositivi, ogni veicolo della GTT è dotato di un canale di info navigazione a bordo che svolge le funzioni di annuncio vocale, informazioni inerenti al numero della linea, direzione, destinazione e fermata successiva (Figura 2.13).

Figura 2.13 -Pannelli informativi a bordo dei veicoli della flotta GTT, foto da www.tramditorino.it

In un ambito di riorganizzare e migliorare le informazioni all'utenza, GTT nel 2015 ha avviato una gara di fornitura che consisteva in:

- 10 Totem Informativi che sono dei display multimodali ideali per trasmettere contenuti informativi in modo innovativo ed efficace. Questi dispositivi sono dotati di un processore, un display di 46'', modulo di comunicazione GPRS e una struttura di contenimento in grado di resistere sia ad un range di temperatura compresa tra i -30°C e i +50°C e sia all'umidità. Inoltre la struttura è stata pensata per resistere agli atti vandalici (vetro temperato) che impediscono rotture, graffi e deturpamento ed è facilmente lavabile nel caso in cui si dovessero verificare atti di vandalismo con graffiti e/ o con spray.
- 60 VIA di quarta generazione (VIA_IV) dotati di display, pannello fotovoltaico, sistema di acculo e modulo di comunicazione GPRS.

Il progetto preliminare consisteva in una classificazione delle quasi 4000 fermate della rete urbana e suburbana della città di Torino e l'individuazione di aree in cui posizionare i Totem informativi. Erano previsti 16 Totem informativi e 60 VIA di quarta generazione da collocare nelle fermate principali della Città. Il progetto definitivo, invece, a causa del taglio delle spese ha visto ridurre l'investimento per l'acquisto dei Totem e di conseguenza da 16 display si è proceduto definitivamente all'acquisto di 10 Totem, tra cui 1 monitor è depositato in centrale per usi di manutenzione, da ubicare in 9 aree individuate dalle analisi effettuate.

CAPITOLO 3. Obiettivi e Metodologia

In questo capitolo viene trattato una descrizione della città di Torino e alcuni aspetti legati alla mobilità urbana facendo riferimento all'indagine sulla mobilità delle persone (*Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti*, IMQ 2013) condotta dall'Agenzia per la Mobilità Metropolitana e Regionale al fine di conoscere le caratteristiche della domanda di mobilità.

La fase preliminare di questa elaborazione ha permesso di spiegare le ragioni per cui attualmente la GTT tende a rinnovare il servizio e aumentare la qualità per le persone che utilizzano il servizio. In questo capitolo infatti, l'obiettivo verte nel migliorare e rendere più efficiente il sistema di informazione all'utenza del servizio GTT che ha bandito una gara di fornitura di 10 Totem informativi con lo scopo di trasmettere informazioni di area, e 60 VIA di quarta generazione.

Questo progetto è stato avviato dall'area di Sistemi e Progetti Telematici in collaborazione tra il Politecnico di Torino e GTT ed il contributo essenziale è stato sviluppato dalla tesi di Laurea Magistrale di Luca Bellini (2015) e successivamente da Valerio Matarazzo (2017). L'obiettivo della presente tesi consiste nella prosecuzione di tale progetto apportando delle modifiche che verranno approfondite nel seguente capitolo.

L'installazione di questi nuovi dispositivi è stata elaborata in base ad un parametro chiamato BSI (Bus Stop Index) che ha permesso di riclassificare le circa 4000 fermate urbane/suburbane della città di Torino in base alla domanda e l'offerta che racchiudono una serie di indicatori del trasporto pubblico locale.
In quest'ottica gli indicatori principali analizzati sono inerenti alla classificazione delle linee del TPL che rappresentano una delle caratteristiche dell'offerta e i dati relativi alle validazioni, resa obbligatoria con l'entrata in vigore della Legge Regionale, che ha permesso di analizzare una parte della domanda.
Dopo aver eseguito una fase di studio e di approfondimento di tutti gli elementi che compongono la domanda e l'offerta del trasporto pubblico è stato possibile descrivere tutte le metodologie applicate. L'obiettivo consiste nel proseguire da un progetto preliminare verso un progetto esecutivo definendo tutte le linee guida utilizzate al fine di ottenere una riorganizzazione ottimale delle informazioni in fermata e un'analisi più dettagliata per il posizionamento definitivo dei Totem informativi sul suolo pubblico.

3.1 Caratteristiche della Domanda di Mobilità nell'Area Metropolitana Torinese

L'area metropolitana torinese comprende la città di Torino e 31 comuni della cintura, presentando complessivamente una superficie pari a 838 km², con una popolazione residente corrispondente a circa 2.282.197 abitanti (Fonte: *ISTAT 2015*- ultimo aggiornamento aprile 2017). La sola città di Torino, invece, presenta una superficie complessiva di 130 km² con una popolazione residente pari a 888.921 (*ISTAT 2016*).

Per conoscere le caratteristiche della domanda di mobilità nell'area metropolitana è utile fare rifermento alle analisi condotte da agenzia IMQ 2013 (Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti- "*Rapporto di sintesi sull'area metropolitana"*, aprile 2015). Una delle elaborazioni mette in evidenza che la popolazione residente nell'area metropolitana nel 2013 ha effettuato 2 milioni 962 mila spostamenti tra cui un milione 962 mila motorizzati. Da un confronto dei dati relativi al 2013 (Figura 3.1), si note come nel 2010 si ha una diminuzione del 13.7% della mobilità complessiva rispetto al 2008 che presenta un calo più discreto pari a 6.2%.

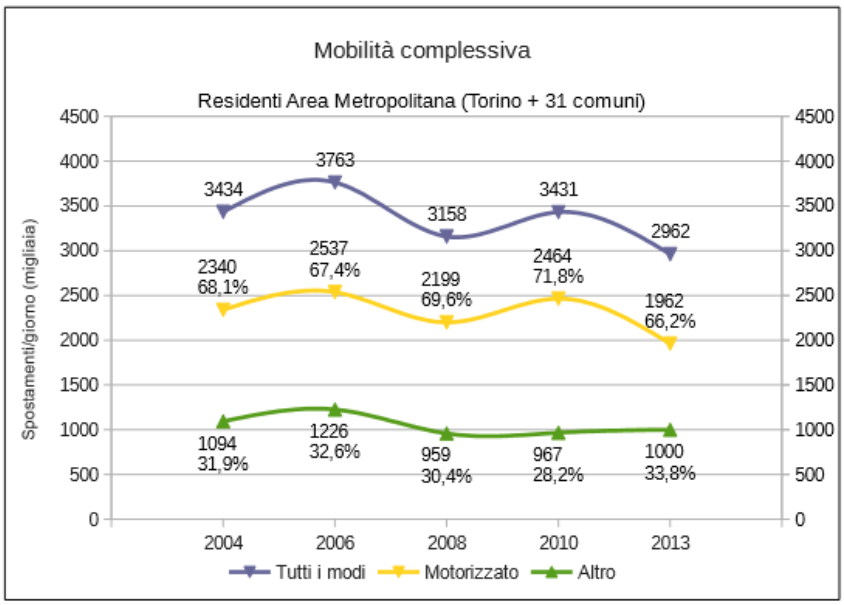


Figura 3.1- Mobilità complessiva- Rapporto di sintesi sull'area metropolitana (IMQ 2013)

Nonostante il grafico illustri che nel 2013 ci sia stato un decremento della categoria motorizzata (66.2% rispetto a 71.8% nel 2008), nella Figura 3.2 invece, si attesta che nel 2013 (indagine IMQ 2013) il 48.3% della popolazione continua ad utilizzare il mezzo privato ma comunque rispecchia un valore minore a confronto dei dati ottenuti dalle analisi degli anni precedenti. Mentre per quando concerne il mezzo

pubblico si attesta intorno al 18%, e il restante 29.3 e 4.4% sono riferiti rispettivamente agli spostamenti a piedi o altro mezzo non motorizzato, per esempio l'uso della bicicletta.

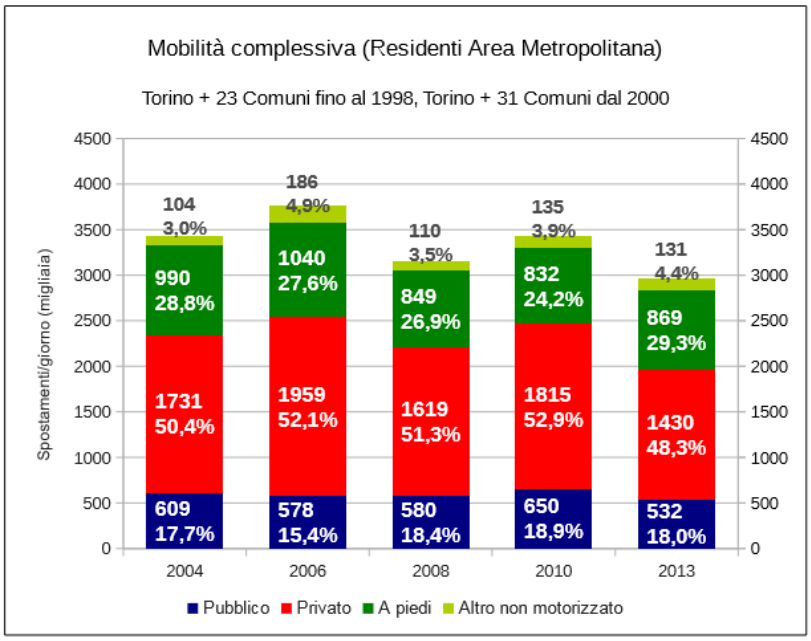


Figura 3.2- Mobilità complessiva (Residenti Area Metropolitana) - Rapporto di sintesi sull'area metropolitana (IMQ 2013)

In questa fase, è opportuno conoscere le ragioni degli spostamenti effettuati dalla popolazione; un ulteriore analisi condotta dal IMQ 2013 fa riferimento a questo caso studio, infatti dalla Figura 3.3 si evince che la percentuale più elevata riscontrata corrisponde agli spostamenti effettuati per lavoro pari al 30.8% riferiti all'anno 2013. Caso analogo per quanto concerne le analisi condotte negli anni precedenti, infatti, si desume che la maggior parte degli spostamenti vengono effettuati da un'origine (domicilio) e da una destinazione (lavoro). Gli altri scopi inerenti alla mobilità delle persone sono rispettivamente dovuti ad acquisiti e/o commissioni che potrebbero includere le scelte di vario tipo della popolazione per compiere delle attività.

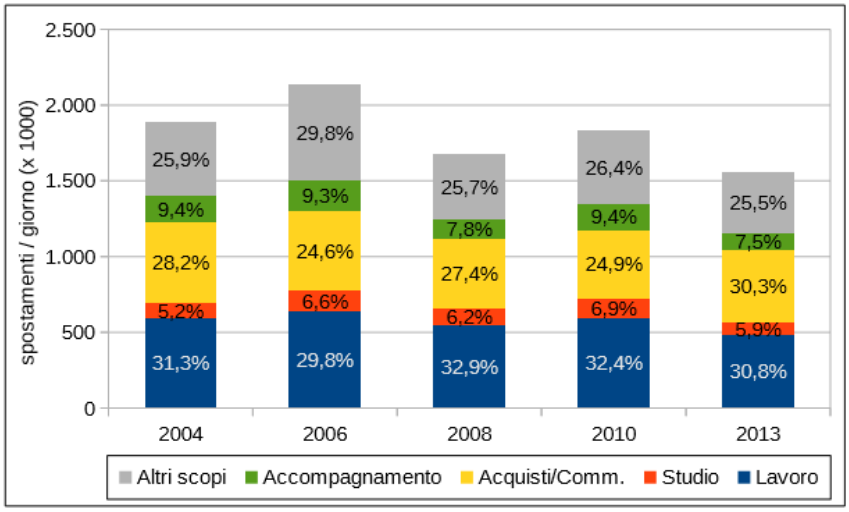


Figura 3.3- Gli spostamenti effettuati al giorno- Rapporto di sintesi sull'area metropolitana (IMQ 2013)

Da queste analisi si può analizzare le varie motivazioni e mezzi che permettono alla popolazione di compiere degli spostamenti dove come origine hanno un punto di partenza, e come destinazione un punto di arrivo. Ovviamente le aree che presentano un carattere prettamente residenziale hanno una maggiore capacità di generazione di spostamenti mentre, le zone a forte vocazione produttiva e terziaria hanno una maggiore capacità di attrazione (IMQ 2013).

Infatti, considerando la mobilità motorizzata di tutti i residenti nella Regione Piemonte, risulta che giornalmente vengono effettuati 1.85 milioni di spostamenti interni all'area metropolitana, 225 mila in entrata e altrettanti in uscita (IMQ 2013). Sono queste cifre che sollecitano delle preoccupazioni agli Stakeholders, in quanto si ha la necessità di adottare politiche adeguate al fine di effettuare delle modifiche alla mobilità urbana torinese sia per gli impatti che esso provoca per l'ambiente e sia per il grado di accessibilità da parte della popolazione.

"*La sfida posta dallo sviluppo sostenibile nelle zone urbane è immensa: si tratta di conciliare, da un lato, lo sviluppo economico delle città e l'accessibilità del loro territorio e, dall'altro, la qualità di vita e la tutela ambientale. Una città più accessibile migliora la qualità di vita per tutti*". (Commissione delle Comunità Europee, Libro verde, *Verso una nuova cultura della mobilità urbana*, Bruxelles, 2007).

Sono queste le motivazioni per cui si mira ad aumentare l'efficacia del trasporto pubblico, al fine di incentivare la popolazione ad usufruire sempre di più del trasporto collettivo e meno di quello privato. Ovviamente per perseguire questi obiettivi si ha la necessità di integrare la rete urbana con utilizzo di sistemi opportuni. Questo potrebbe avvenire con azioni strategiche come, l'aumento della velocità commerciale per ridurre i tempi di spostamento e garantire la regolarità del trasporto, o l'utilizzo di

sistemi di controllo e gestione dei mezzi pubblici, nonché aumentare l'efficienza dell'informazione all'utenza per garantire il grado di soddisfazione degli stessi.

"*Ripensare la mobilità urbana significa ottimizzare l'uso di tutte le modalità di trasporto e organizzare la "comodalità" tra i diversi modi di trasporto collettivo (treno, tram, metropolitana, autobus, taxi) e individuale (automobile, motocicletta, bicicletta, a piedi). Significa anche realizzare gli obiettivi comuni di prosperità economica, rispetto del diritto alla mobilità mediante un'oculata gestione della domanda di trasporto, qualità di vita e tutela dell'ambiente*". (Commissione delle Comunità Europee, Libro Verde, Verso *una nuova cultura della mobilità urbana*, Bruxelles, 2007).

3.2 Offerta del TPL e la classificazione delle linee

Per l'analisi della riclassificazione delle fermate e individuazione delle aree è stato utilizzato un parametro nominato Bus Stop Index (BSI) che ha lo scopo di analizzare le 4000 fermate dell'area urbana e suburbana della città di Torino in base alla domanda e all'offerta del trasporto pubblico locale. Questo parametro è il primo strumento scientifico utile a valutare l'efficacia delle fermate e consentire ai soggetti esercitanti di migliorare il servizio in termini di trasmissione di informazioni all'utenza in fermate altamente frequentate.

Per quanto concerne l'offerta del TPL, nella formulazione del parametro BSI è stato preso in considerazione il numero di linee e la loro frequenza, di conseguenza per avere una classificazione più dettagliata si è pensato di dare un peso differente alle varie linee. Per procedere in questa maniera è opportuno prima spiegare brevemente come sono classificate le linee del trasporto pubblico.

La classifica ufficiale delle linee è stata fornita dall'Ufficio di Pianificazione del Servizio di GTT che raggruppa le 88 linee in base alla *percentuale di affollamento* per ogni linea, ottenuta tramite una elaborazione statistica dei dati da parte dell'azienda. Questi dati, aggiornati nell'ottobre del 2014, vengono calcolati mediante il conteggio dei passeggeri su base annua registrati dalle validatrici elettroniche installate sui veicoli. Da questi elaborati si ottiene una *curva cumulata* che mostra la percentuale di utilizzo dei mezzi da parte degli utenti. Per ottenere una classificazione più dettagliata, l'Ufficio di Pianificazione ha deciso di suddividere le linee in 4 categorie in funzione del percentile della cumulata. Si hanno cosi, come riportato nella figura 3.4, le linee di categoria A che trasportano il 50% dei passeggeri, quelli di categoria B che presentano il 75%, categoria C 90% ed infine categoria D 100%.

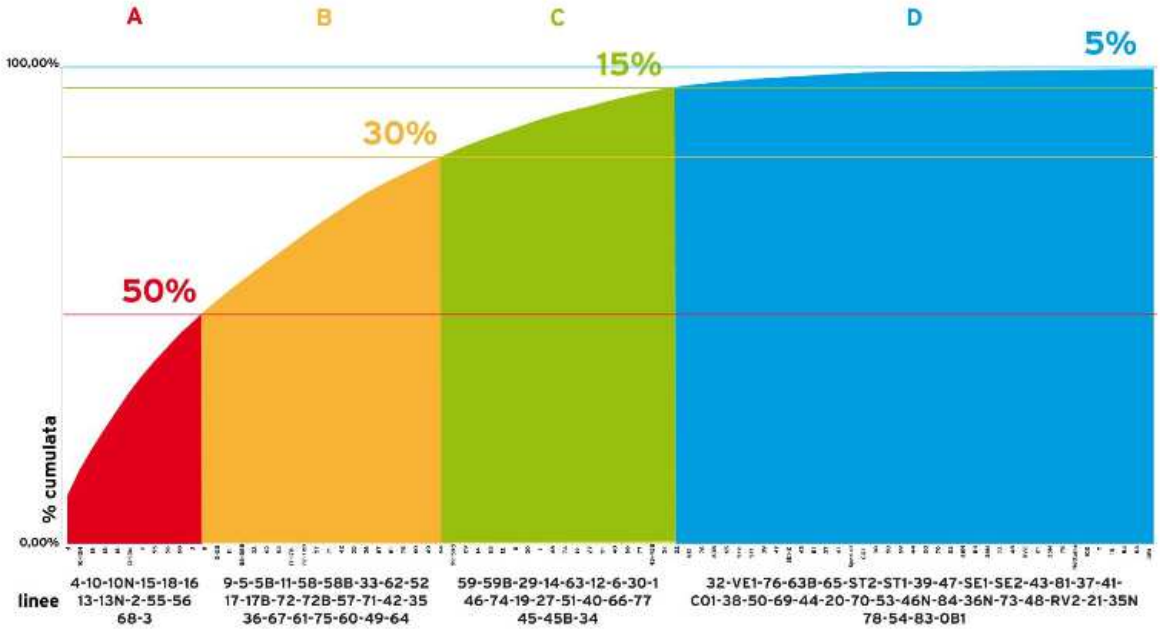


Figura 3.4- Passeggeri trasportati per linea- Conferenza Stampa (Rete di trasporto pubblico: Analisi della domanda BIP), interventi sull'offerta e sulla velocità commerciale, 24 ottobre 2017)

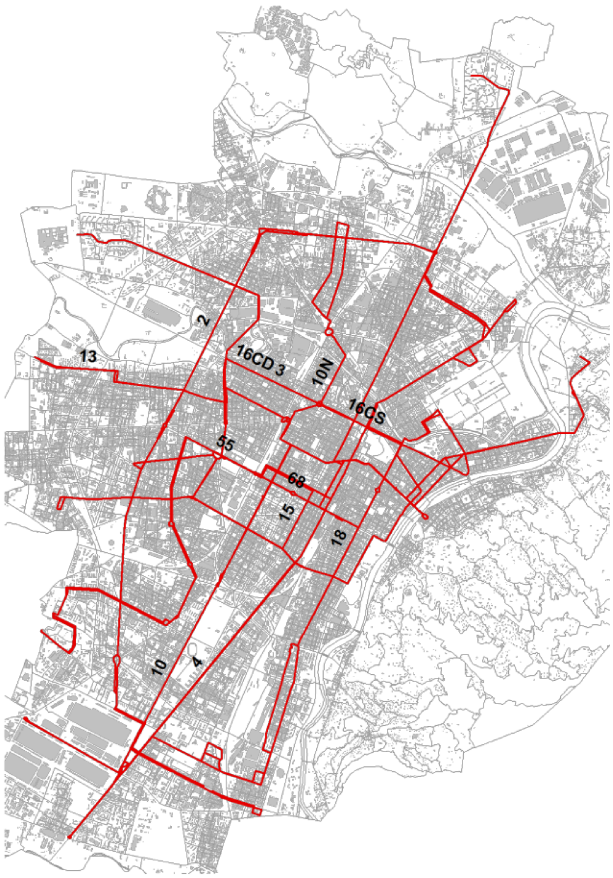
In questa figura (3.4) è possibile identificare le linee più utilizzate dagli utenti, infatti, la categoria A è composta da 13 linee che trasportano la metà dei passeggeri e sono rispettivamente: 4,10,10N,15,18,16,13,13N,2,55,56,68,3.

A queste linee si aggiungono quelle di categoria B che trasportano un ulteriore 30% degli utenti con una frequenza media e sono: 9,5,5B,11,58,58B,62,52,17,17B,72,72B,57,71,42,35,36,67,61,75,60,49 e 64.

Infine il 15% degli utenti trasportati è inerente a quelle di categoria C composta da 20 linee e quelle di categoria D che trasporta il 5% dei passeggeri ed è servita da oltre 30 linee urbane, suburbane ed extraurbane della rete del trasporto pubblico locale.

Di seguito, tramite un'elaborazione cartografica con il software ArcGis, vengono rappresentati i percorsi di diverse categorie.

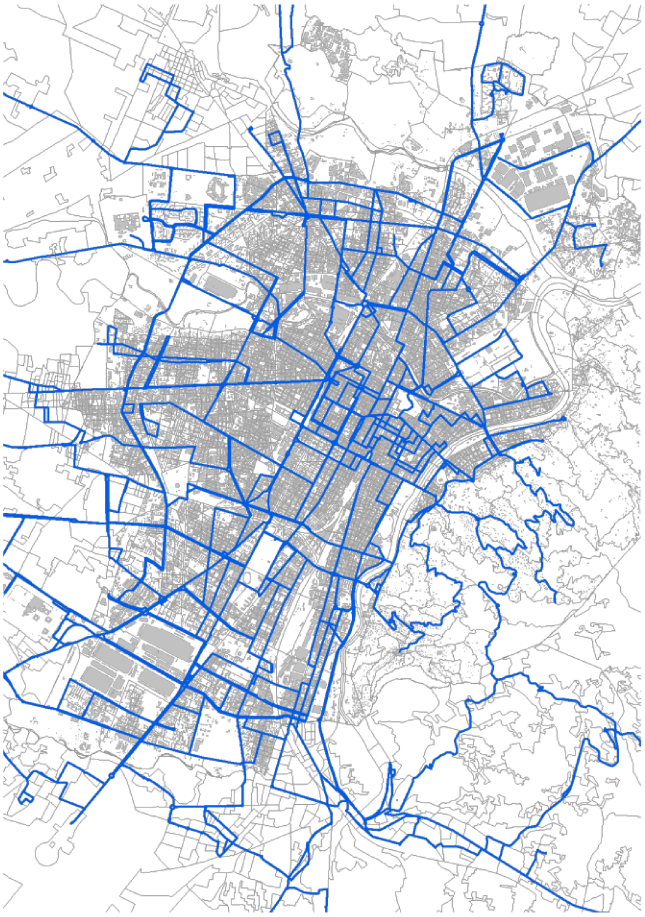
Dalla presentazione cartografica condotta (Mappa 3.1) è possibile notare che le linee di categoria A sono quelle più distribuite nella zona centrale della città in quanto parte rilevante dei percorsi è effettuata tramite le linee tranviarie. Per quanto concerne quelle di categoria B (Mappa 3.2), esse sono distribuite in modo continuo sugli assi viari e collegano la città sia con le aree periferiche e sia con i comuni della prima cintura di Torino.



Mappa 3.1- Linee di Categoria A- (Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis, Tesi in Azienda 2018)

Mappa 3.2- Linee di Categoria B- (Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis, Tesi in Azienda 2018)

Infine le categorie C e D (Mappa 3.3), completano la capillarità del servizio offerto in quanto collegano la città anche con i comuni oltre la prima cintura. Sono considerate quelle linee extraurbane che entrano nell'area urbana fino a raggiungere il centro città, o quelle linee extraurbane che collegano l'area urbana con quella periferica nonché quelle linee che offrono un servizio di "Navetta" effettuando percorsi brevi o circolari. Queste linee svolgono anche servizi ad orario notturno nel fine settimana come "*NightBusters*" in modo tale da offrire agli utenti residenti fuori dalla prima cintura un servizio efficace.



Mappa 3.3- Linee di Categoria C- D- (Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis, Tesi in Azienda 2018)

In riferimento al parametro BSI per quanto riguarda l'offerta, l'ufficio di pianificazione di GTT ha suddiviso le linee in 2 classi:

- alla prima classe corrispondono le linee di categoria A, di importanza strategica, ovvero quelle che trasportano la maggior parte dei passeggeri in funzione dei dati elaborati e forniti dall'Ufficio di Pianificazione del Servizio;
- la seconda classe, invece, comprende le linee standard che corrispondo alla categoria B e C mentre, quelle di categoria D non sono state prese in considerazione per la formulazione del BSI in quanto corrispondono maggiormente alle linee extraurbane.

Per quando concerne, invece, la domanda di mobilità è stato preso in considerazione il numero delle validazioni di viaggio tramite l'elaborazione dei dati del biglietto elettronico BIP (Biglietto Integrato Piemonte), della distribuzione della popolazione elaborato mediante le statistiche del sito ISTAT e della distribuzione delle ricevitorie autorizzate alla vendita di titoli di viaggio come i biglietti emessi.

Questi indicatori hanno contribuito alla formulazione preliminare del parametro BSI (cfr. par. 3.3) che, successivamente è stato modificato ed aggiornato con l'aggiunta del numero degli SMS richiesti dagli utenti, in quanto il servizio è stato affidato completamente alla GTT.

Un altro dato aggiornato nella formulazione preliminare del BSI, è quello relativo alle obliterazioni del BIP (crf. Par. 4.1), che grazie alla Legge Regionale n°1 del 27-01-2015 è obbligo validare i titoli di viaggi caricati su supporto elettronico ogni qualvolta che si utilizza un mezzo pubblico per effettuare qualsiasi tipo di spostamento.

3.3 Analisi e ridefinizione del Parametro Bus Stop Index (BSI)

Viene ora descritto nel dettaglio la formulazione preliminare del BSI (Bellini Luca, *Passengers information system at bus stops: an integrated methodology to localize and prioritizie the interventions* Politecnico di Torino, Tesi in Laurea Magistrale in Ingegneria Civile, 2016) con l'associazione dei pesi ad ogni indicatore mettendola a confronto con la nuova versione.

$$\mathrm{BSI_i} = \mathrm{BSI}_{OFFERTA,\mathrm{i}} + \mathrm{BSI}_{DOMANDA,\mathrm{i}}$$

$$\mathrm{BSI}_{OFFERTA,\mathrm{i}} = \alpha\left(\frac{\mathrm{a_i}}{\max(\mathrm{a})}\right) + \beta\left(\frac{\mathrm{b_i}}{\max(\mathrm{b})}\right) + \gamma\left(\frac{\min(\mathrm{c})}{\mathrm{c_i}}\right) + \delta\left(\frac{\min(\mathrm{d})}{\mathrm{d_i}}\right)$$

$$\mathrm{BSI}_{DOMANDA,\mathrm{i}} = \epsilon\left(\frac{\mathrm{e_i}}{\max(\mathrm{e})}\right) + \zeta\left(\frac{\mathrm{f_i}}{\max(\mathrm{f})}\right) + \eta\left(\frac{\mathrm{g_i}}{\max(\mathrm{g})}\right)$$

Dove:

- i: indica l'i-esima fermata;
- $\mathrm{a_i}$: numero di linee di categoria A;
- $\mathrm{b_i}$: numero di linee di categoria B e C;
- c: frequenza delle linee di categoria A;
- d: frequenza delle linee di categoria B e C;
- $\mathrm{e_i}$: numero di validazioni BIP;
- $\mathrm{f_i}$: densità di popolazione;

- g_i: biglietti venduti;
- Max(a): numero massimo di linee di categoria A registrate nel campione;
- Max(b): numero massimo di linee di categoria B e C registrate nel campione;
- Min(c): frequenza minima dei transiti di linee di categoria A registrati nel campione;
- Min(d): frequenza minima dei transiti di linee di categoria B e C registrati nel campione;
- Max(e): massima validazione (BIP) registrata nel campione;
- Max(f): densità massima di popolazione registrata nel campione;
- Max(g): massime vendite di biglietti registrata nel campione.

È opportuno sottolineare che la formulazione generale appena descritta, tiene in considerazione entrambi i termini che si riferiscono alla Domanda e all'Offerta del trasporto pubblico locale. In particolare, i primi quattro termini (a, b, c, d) fanno riferimento all'offerta in termini di numero di linee e frequenza con la distinzione tra le linee di categoria A, B e C a seconda dell'importanza attribuita. Mentre, i restanti termini (e, f, g) si riferiscono alla domanda di mobilità.

Inoltre, ad ogni singolo indicatore è stato associato un peso scelto in base all'importanza e all'affidabilità del dato; nella formulazione preliminare, elaborato nella Tesi di Laurea Magistrale Luca Bellini 2015, i pesi attribuiti erano i seguenti (Tabella 3.1):

$\boldsymbol{\alpha}$	0.30	Numero di linee di categoria A
$\boldsymbol{\beta}$	0.15	Numero di linee di categoria B e C
$\boldsymbol{\gamma}$	0.15	Frequenza delle linee di categoria A
$\boldsymbol{\delta}$	0.10	Frequenza delle linee di categoria B e C
$\boldsymbol{\epsilon}$	0.10	Validazioni BIP
$\boldsymbol{\zeta}$	0.10	Densità di popolazione
$\boldsymbol{\eta}$	0.10	Biglietti venduti
TOTALE	**1.00**	

Tabella 3.1 – Pesi del modello BSI - (Tesi in Magistrale Luca Bellini 2015)

Nella formulazione attuale, invece, sono rimasti invariati i dati inerenti all'offerta del trasporto pubblico locale in quanto gli indicatori non hanno subito grandi modifiche negli anni. Sono stati aggiornati, invece, i dati relativi alla domanda, come quelli del BIP (crf. Par. 4.1) e quelli degli SMS richiesti dagli utenti considerato come un'altro indicatore ideale per conoscere la domanda di mobilità da parte di essi.

$$\mathrm{BSI_i} = \mathrm{BSI}_{OFFERTA,\mathrm{i}} + \mathrm{BSI}_{DOMANDA,\mathrm{i}}$$

$$\mathrm{BSI}_{OFFERTA,\mathrm{i}} = \alpha\left(\frac{\mathrm{a_i}}{\max(\mathrm{a})}\right) + \beta\left(\frac{\mathrm{b_i}}{\max(\mathrm{b})}\right) + \gamma\left(\frac{\min(\mathrm{c})}{\mathrm{c_i}}\right) + \delta\left(\frac{\min(\mathrm{d})}{\mathrm{d_i}}\right)$$

$$\mathrm{BSI}_{DOMANDA,\mathrm{i}} = \epsilon\left(\frac{\mathrm{e_i}}{\max(\mathrm{e})}\right) + \zeta\left(\frac{\mathrm{f_i}}{\max(\mathrm{f})}\right) + \eta\left(\frac{\mathrm{g_i}}{\max(\mathrm{g})}\right) + \mu\left(\frac{\mathbf{h_i}}{\mathbf{max(h)}}\right)$$

Dove:

- $\mathrm{h_i}$: numero richiesta SMS;
- Max(h): massimo numero degli SMS richiesti registrata nel campione.
-

In questa fase agli indicatori viene associato un peso diverso da quelli precedenti:

$\boldsymbol{\alpha}$	0.20	Numero di linee di categoria A
$\boldsymbol{\beta}$	0.15	Numero di linee di categoria B e C
$\boldsymbol{\gamma}$	0.15	Frequenza delle linee di categoria A
$\boldsymbol{\delta}$	0.10	Frequenza delle linee di categoria B e C
$\boldsymbol{\epsilon}$	0.20	Validazioni BIP
$\boldsymbol{\zeta}$	0.10	Densità di popolazione
$\boldsymbol{\eta}$	0.05	Biglietti venduti
$\boldsymbol{\theta}$	0.05	Richiesta SMS
TOTALE	**1.00**	

Tabella 3.2– Pesi modello BSI- (Tesi in Azienda 2018)

Inizialmente, il peso maggiore era stato assegnato alle linee di categoria A (0.30), attualmente, invece, il peso è stato distribuito tra il coefficiente α (0.20) e tra quello relativo al numero delle validazioni BIP (ϵ=0.20); i pesi associati ai termini β e γ sono rimasti invariati, in quanto entrambi presentano delle caratteristiche rilevanti per determinare l'offerta del trasporto pubblico locale. Mentre al peso dei biglietti venduti (η) e richiesta SMS (θ)è stato attribuito un valore limitato in quanto ritenuti due indicatori poco rilevanti per specificare la domanda di mobilità nel dettaglio.

Una volta aggiornato il parametro BSI è stato possibile proseguire con l'analisi delle circa 4000 fermate della rete urbana; il lavoro è stato suddiviso in fasi, in quanto si ha la necessità di identificare quelle fermate che attualmente sono munite di display di informazione in fermata e quelle sprovviste e comprendere anche quali siano quelle sensate per una più efficace informazione all'utenza.

Questa fase preliminare del lavoro ha l'obiettivo di studiare nello specifico la distribuzione attuale dei VIA in quanto la GTT ha avviato un progetto di riorganizzazione delle informazioni in fermata con lo spegnimento totale di quelli di prima generazione. Di conseguenza lo scopo principale è quello di individuare una posizione ottimale per questi display al fine di localizzare e/o spostare quelli di seconda e quarta generazione nei pressi delle fermate che presentano un flusso maggiore.

3.4 Criteri utilizzati per la riorganizzazione delle informazioni in fermata- VIA

Stato attuale dei VIAI, VIAII, VIAIII in base al peso BSI

Una parte rilevante del progetto esecutivo di riorganizzazione informazioni in fermata consiste nell'individuare quelle fermate e quelle aree che presentano delle caratteristiche importanti dal punto di vista funzionale del trasporto pubblico locale.

La fase preliminare delle analisi condotte si riferisce allo studio dettagliato delle circa 4000 fermate della rete del trasporto. Tramite l'utilizzo del foglio elettronico *Microsoft Office Excel* sono state riportate tutte queste fermate e ad ognuna di esse sono state associate le informazioni come descrizione, numero della palina e la presenza dei VIA che siano di prima, seconda o terza generazione. Dopodiché sono stati riportati tutti gli indicatori spiegati precedentemente e per ognuna è stato possibile calcolare l'incidenza del BSI che è compreso da un intervallo di valori che varia tra 0 e 1 (0=min; 1=max).

Tramite il sistema informativo geografico ArcGIS è stato possibile creare una mappa tematica in grado di rappresentare la distribuzione spaziale dello stato attuale dei dispositivi VIA nelle fermate del

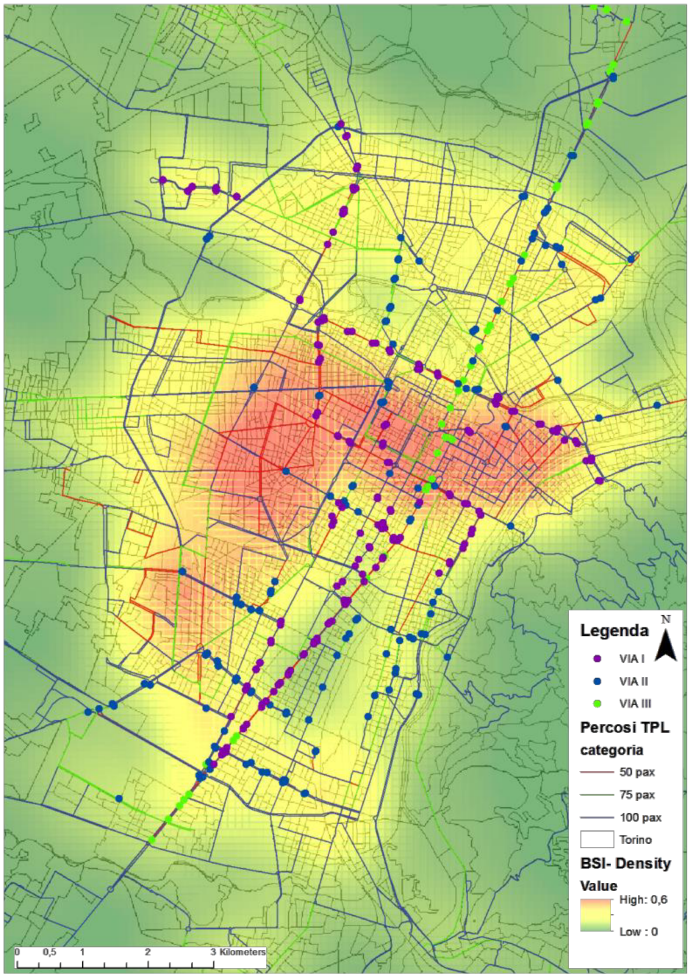
trasporto pubblico in funzione al peso del BSI (Mappa 3.4). La mappa è stata elaborata utilizzando Spatial Analyst, un'estensione specifica del software relativa alle analisi Raster e permette la produzione di calcoli di densità. Il metodo utilizzato è *Kernel Density* che è in grado di calcolare, per una distribuzione di punti nello spazio, il loro grado di concentrazione (punti) in relazione ad una superficie calcolata in base alla dimensione della cella. Al calcolo possono essere applicati dei dati che fungono come pesatura nell'analisi di densità, quindi oltre alla concentrazione dei punti si ha bisogno anche del peso che viene assegnato ad essi, in questo caso il peso del BSI. I punti che ricadono all'interno del Search Radius (punti nello spazio) vengono sommati e quindi divisi per la dimensione dell'area di Search Radius, calcolata in base alla dimensione di una cella di riferimento con lo scopo di produrre il valore di densità.

Inoltre questi punti sono anche pesati in base alla distanza dal centro della cella in modo tale da generare l'intensità della loro distribuzione spaziale in base al peso associato. Questa elaborazione permette di rappresentare una carta di concentrazione in modo da individuare quelle aree, in questo caso nell'area torinese, nelle quali la densità in funzione al BSI risulta più concentrata.

Nella mappa (3.4) viene rappresentata la distribuzione attuale dei display in fermata, suddivise in prima, seconda e terza generazione. I primi ad essere installati sono stati i VIA_I, che sono stati ubicati principalmente lungo i principali assi viari e quelli interessati dall'attraversamento delle linee tranviarie del servizio pubblico. Successivamente sono stati installati i VIA_II e VIA_III che avevano l'obiettivo di completare la diffusione di informazioni in fermata in alcune zone della città in funzione a svariati criteri, come per esempio l'installazione nelle fermate ubicate presso ad alcuni poli di importanza sociale.

Per completezza, vengono riportati gli Shp_file legati alla classificazione delle linee in base alla loro tipologia analizzate precedentemente. Infatti, quest'informazione aiuta ad individuare quelle zone della città in cui si verifica un flusso elevato in funzione alla capacità degli utenti trasportati (classificazione delle linee crf. Par. 3.2).

La figura 3.8 illustra la distribuzione dei display in funzione al peso di BSI mettendo in evidenza la quantità di fermate dotate del servizio di informazione all'utenza. Tale elaborato fa risaltare la presenza di un numero elevato di fermate fornite del servizio con un valore di BSI compreso 0,00 e 0,17 e questo afferma l'importanza di tale parametro per la riclassificazione delle fermate in base a questa funzione.



Mappa 3.4- Mappa di Densità in base al BSI delle circa 4000 fermate del TPL- Kernel Density, Stato attuale dei VIA- Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

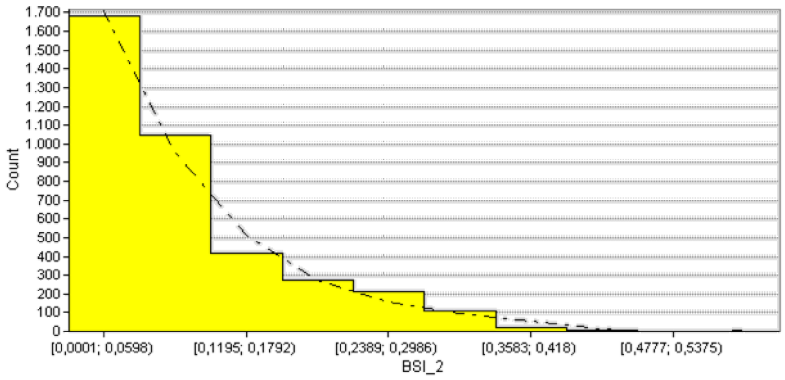
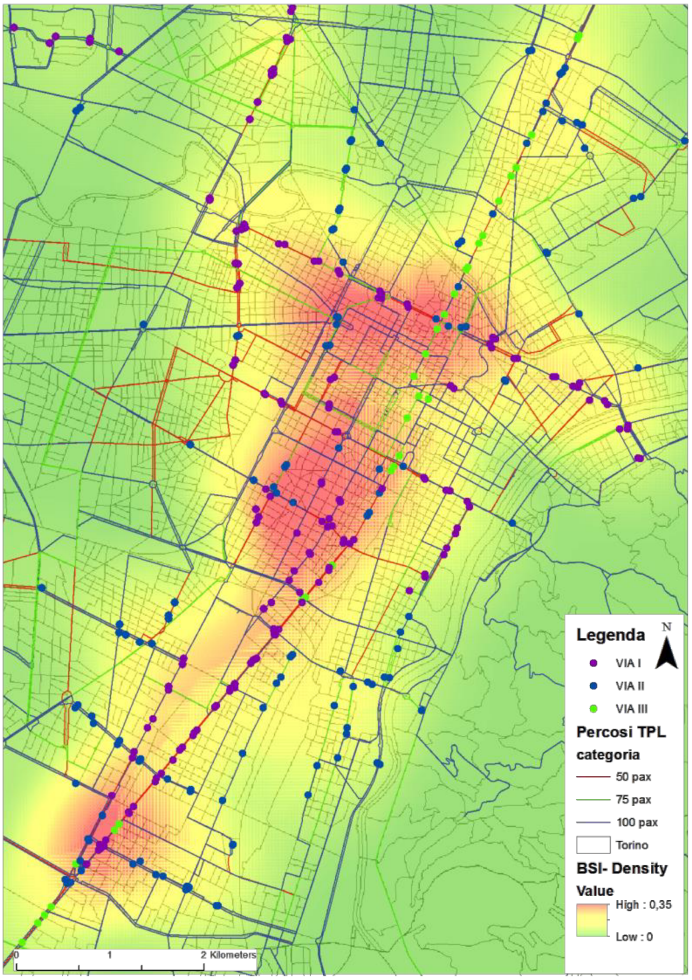


Figura 3.8- Distribuzione dei VIA (attuali) in base al peso BSI delle circa 4000 fermate- Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

L'utilizzo del metodo *Kernel Density* infatti, ha permesso di classificare le aree in alto- medio- basso BSI in base al grado di concentrazione; il colore rosso indica il massimo valore del parametro che, in questo caso vale 0,60 mentre, il colore verde indica il valore minimo ed equivale a 0,00. La suddivisione della densità potrebbe essere definita come una distribuzione a *macchia d'olio* in quanto la parte più densa si riferisce alla zona centrale della città. Questa parte di territorio presenta un BSI elevato (>=0,35) in quanto la maggior parte dei flussi si concentra in quell'area essendo considerata una zona di attraversamento sia per i residenti che la popolazione pendolare. La concentrazione espandendosi si evidenzia di giallo e questo rappresenta l'area con un BSI medio, di preciso grazie al Software è possibile suddividere i valori in classi per rendere più leggibile una distribuzione.

Per tale ragione è stato utilizzato il metodo Natural Breaks (divisione naturale) in cui le classi vengono definite sulla base delle maggiori distanze tra le variabili della serie utilizzando il criterio dell'interruzione naturale. Questo indica che, una volta fissato il numero di classi, il software tramite un algoritmo, massimizza la differenza tra somma degli scarti al quadrato in ogni classe e la somma degli scarti rispetto alla media. Attraverso questa suddivisione è stato possibile ricavare la classe media compreso tra un intervallo di valori che varia da 0,10 a 0,20. L'ultima classificazione è quella del BSI basso, di colore giallastro che tende al verde, comprende i valori al di sotto di 0,10 mettendo in evidenza che un numero notevole di fermate presentano un BSI inferiore a 0,05 come illustrato nella mappa 3.4.

L'analisi effettuata descritta precedentemente, rappresenta il peso di BSI riferita a tutte le fermate del trasporto pubblico locale, ora invece, per compiere un'analisi più approfondita, si è scelto di esaminare le sole fermate servite dai VIA di prima, seconda e terza generazione in base al loro BSI (Mappa 3.5).



Mappa 3.5- Mappa di Densità in base al BSI di sole fermate munite dei VIA- Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

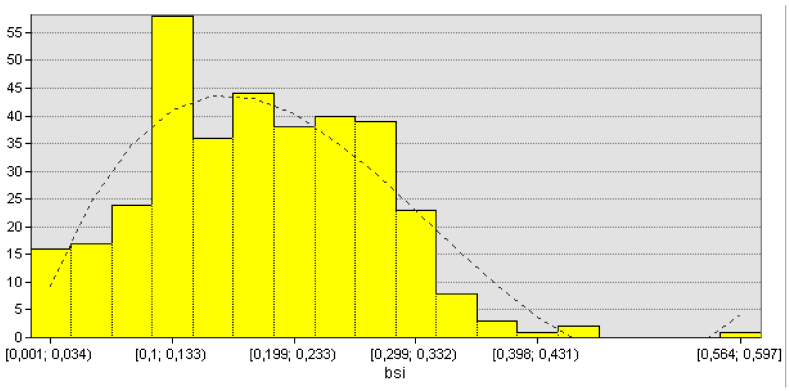
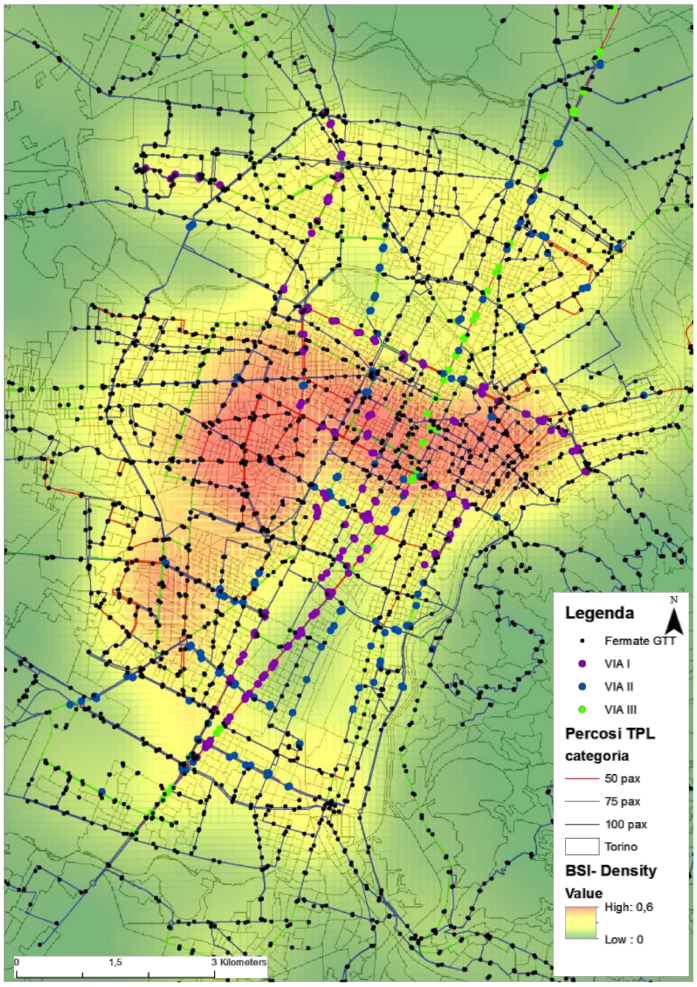


Figura 3.9- Distribuzione dei VIA in base al loro peso BSI- Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

La distribuzione di Kernel Density della carta precedente è compresa tra un intervallo che varia da 0,00 a 0,60, la mappa 3.5 invece, esaminando il peso di sole fermate munite di display, rappresenta un BSI tra 0,00 valore minimo e 0,35 valore massimo che corrisponde quelle fermate che presentano un BSI elevato. Infatti il grafico nella figura 3.9 rappresenta la distribuzione di quanto descritto, le fermate con un BSI tra 0,5 e 0,32 sono quelle che presentano un peso maggiore. In particolare si può notare la quantità di fermate dotate di display di informazione sugli arrivi che presentino un BSI assai basso che varia tra 0,5 e 0,13.

La stessa procedura è stata applicata anche alle fermate non dotate di questi monitor in base al loro BSI in modo da poterle mettere a confronto con quelle che trasmettono informazioni all'utenza. In questo elaborato (Mappa 3.6) il range di valori è compreso tra un minimo equivalente a 0,00 e un massimo di 0,6 e questo ha permesso di notare un numero discreto di fermate con un BSI rilevante rispetto a quelle servite dai VIA.



Mappa 3.6- Mappa di Densità in base al peso BSI delle circa 4000 fermate del TPL- Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Queste analisi, inoltre, hanno messo in evidenza la presenza rilevante dei VIA in fermate a medio- basso BSI e la presenza di fermate senza il servizio di informazione con un valore medio- alto. Questo ha indotto a suddividere la categoria “media” in due sottosistemi chiamati “medio-basso” e “medio-alto” in modo tale ad avere una classificazione più adeguata. Per tale ragione, è stato opportuno ridefinire le soglie in base alla nuova classificazione, ottenendo cosi un valore inferiore pari a 0,07, un valore intermedio uguale a 0,15 ed infine una soglia superiore equivalente a 0,32 come dimostrato nella figura 3.10.

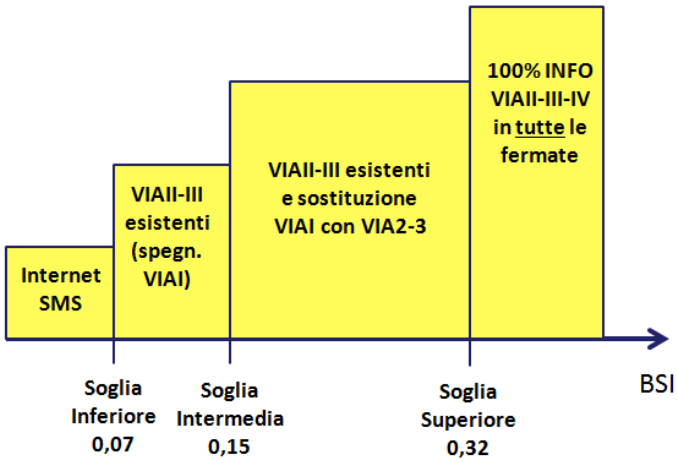


Figura 3.10- le soglie stabilite per la riclassificazione delle fermate del TPL in base al BSI (Tesi in Azienda 2018)

Una volta definiti questi criteri è stato possibile proseguire con l’analisi delle fermate al fine di studiare ed individuare la posizione ottimale per il riposizionamento dei alcuni VIA attuali e l’installazione di quelli di quarta generazione. Dalle analisi effettuate si è potuto notare di come i VIA_I, i primi ad essere installati, sono situati sia in alcune fermate che presentano un’importanza notevole in termini di domanda e offerta del trasporto pubblico, e sia in quelle poco utilizzate e/o transitanti da una sola linea. Analogamente si può affermare lo stesso per i VIA_II, infatti nelle seguenti tabelle (Tabella 3.8, 3.9) si possono notare alcuni esempi di fermate che sebbene presentano un BSI basso sono serviti comunque di questi display.

Fermata	Descrizione	Nome	VIA	BSI_2
3071	C.UNITA'D'ITALIA FRONTE C.T.O.	C.T.O.	II	0,05%
3070	C.UNITA'D'ITALIA - C.T.O.	C.T.O.	II	0,15%
1334	C.ROMANIA / P.LE AUTOSTRADE	CENTRO COMMERCIALE	II	0,74%
1333	C.ROMANIA DOPO P.LE AUTOSTRADE	CENTRO COMMERCIALE	II	1,12%
1215	C.VERCELLI DOPO C.EMILIA	VII CIRCOSCRIZIONE	II	1,76%
1214	C.VERCELLI / C.EMILIA	VII CIRCOSCRIZIONE	II	2,50%
2244	C.GIAMBONE / C.UNIONE SOVIETICA	UNIONE SOVIETICA	II	2,73%

Tabella 3.8- Fermate munite di Via_II (Tesi in Azienda 2018)

Fermata	Descrizione	Nome	VIA	BSI_2
279	C.UNIONE SOVIETICA / C.GIAMBONE	GIAMBONE	I	0,01
1638	C.REGIO PARCO FRONTE CIVICO N. 4	REGINA MARGHERITA	I	0,03
1639	C.REGIO PARCO N.8	REGINA MARGHERITA	I	0,03
1104	C.UNIONE SOVIETICA / C.BRAMANTE	DISTRETTO MILITARE	I	0,03
270	C.LEPANTO / C.UNIONE SOVIETICA	UNIONE SOVIETICA	I	0,03
1108	C.TURATI DOPO V.SAVONAROLA	MAGELLANO	I	0,03
1110	C.TURATI / V.VESPUCCI	VESPUCCI	I	0,04
1106	C.TURATI / C.DANTE	OSPEDALE MAURIZIANO	I	0,04
209	V.COLOMBO / C.DUCA ABRUZZI	DUCA DEGLI ABRUZZI	I	0,05

Tabella 3.9- Fermate munite di Via_I (Tesi in Azienda 2018)

Questo particolare, ha condotto ad effettuare un'ulteriore analisi con l'obiettivo di mantenere una distribuzione uniforme dell'informazione all'utenza, in quanto i VIA di prima generazione saranno definitivamente spenti e/ o sostituiti da quelli più moderni e di conseguenza questo potrebbe causare la mancanza di informazione in alcune fermate.

Le fermate del servizio GTT non presentano le stesse caratteristiche architettoniche; alcune di esse sono dotate di una segnaletica verticale (palina) come quelle in cui sono presenti i VIA di prima generazione, mentre altre sono composte da una struttura più consistente come le pensiline in cui solitamente troviamo quelli di seconda e terza generazione. Per tale ragione è stato opportuno analizzare quelle fermate con un BSI rilevante per controllare se fossero idonei per il posizionamento dei VIA di seconda e quarta generazione in quanto necessitano di strutture appropriate. Tramite la consultazione di un altro Database aziendale chiamato Yahra (Yet Another HyperRotdb Application) nella figura 3.11, è stato possibile analizzare le fermate rilevanti per conoscere nel dettaglio le loro caratteristiche strutturali. Questo è stato possibile in quanto inserendo il numero della palina, si possono ottenere informazione come descrizione, le coordinate geografiche, locazione, accessibilità nonché tutte le caratteristiche relative ad essa.

Figura 3.11- Database YAHRA

In accordo con le analisi appena descritte si è scelto di riorganizzare la disposizione dei VIA secondo i seguenti criteri:

- fermate a BSI- basso: spegnere alcuni VIA di prima generazione e seconda generazione;
- fermate a BSI- medio-basso: spegnere i VIA di prima generazione sostituendoli con quelli di seconda, e disinstallare questi ultimi per riposizionarli altrove anche in funzione alle caratteristiche della fermata;

- fermate BSI- medio-alto: spegnere i VIA di prima generazione sostituendoli con quelli di seconda e quarta generazione e mantenere quelli di seconda e terza esistenti;
- fermate a BSI-alto: mantenere i VIA di seconda e terza e posizionare VIA-II-III-IV nelle fermate dove manca l'informazione.

Inoltre, si precisa che i VIA di terza generazione non hanno subito nessuna modifica e continueranno a mantenere la loro locazione attuale in quanto sono dotati di una struttura complicata non facilmente rimovibile.

3.5 Ubicazione specifica dei Totem Informativi

Le analisi condotte per il posizionamento ottimale dei VIA sono state parallelamente integrate con l'ubicazione specifica dei Totem informativi (Figure 3.12, 3.13) in aree cittadine e non in aree strettamente legate alle fermate dei mezzi pubblici. Questi dispositivi possono fornire informazione "di area" e non solo su una singola fermata in modo tale da riassumere i dati informativi sul servizio, come informazioni sull'orario di passaggio dei mezzi presso un numero variabile di fermate raggiungibili rapidamente a piedi dagli utenti.

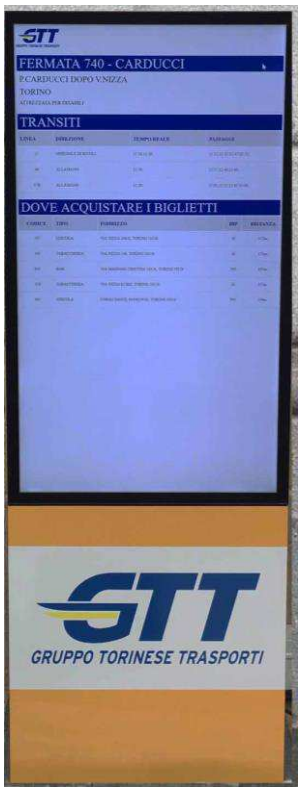


Figura 3.12- Foto illustrativa del Totem Informativo

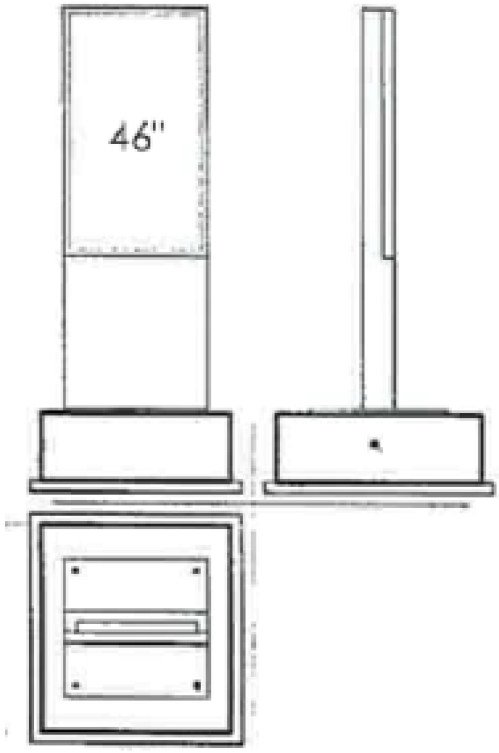


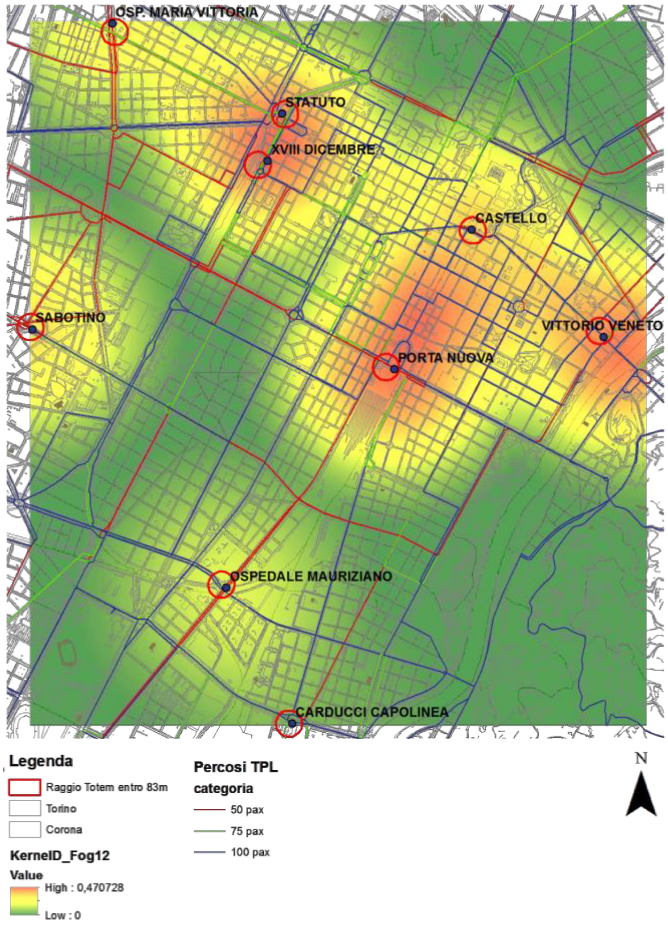
Figura 3.13- Totem Informativo- Pianta, prospetto- Fonte: Offerta Tecnica del Lotto vincitore

L'obiettivo del progetto consiste nell'installare questi dispositivi nei principali nodi della Città, in concomitanza con l'installazione dei VIA, in modo da potenziare il sistema di informazione all'utenza permettendo cosi di coprire anche quelle zone carenti di tale servizio. Per ragioni operative, l'azienda ha deciso di proseguire con il posizionamento di 9 Totem sul totale di 10 acquistati, in quanto un monitor rimarrà nella centrale per motivi di manutenzione.

Sono stati applicati alcuni criteri utilizzati precedentemente sulla locazione dei VIA, in quanto entrambi i progetti sono stati elaborati in funzione al parametro BSI. Sulla base di questo, è stato applicato il metodo Kernel Density che ha permesso di definire rapidamente quelle aree urbane nelle quali si concentrano una buona parte delle fermate con un BSI rilevante come riportato nella mappa 3.7.

È opportuno precisare che per effettuare una decisione funzionale per l'ubicazione di questi monitor non è stata applicata solamente questa metodologia che rappresenta una parte scientifica delle analisi, bensì altri criteri razionali come le scelte di poli di interesse sociale. Per tale ragione, la mappa elaborata rappresenta anche quelle fermate che non presentano un BSI di grande importanza, in quanto è stata presa in considerazione di posizionare questi Totem presso le principali strutture ospedaliere e/o in prossimità a quelle aree che presentano un nodo principale della Città.

Un altro criterio è stato quello di individuare quelle aree di attraversamento giornaliero che potrebbero modificare fortemente la mobilità locale come per esempio la Stazione Ferroviaria. Sono stati presi in considerazione anche i percorsi pedonali di area, ovvero i vari collegamenti tra i Totem e le fermate in cui danno informazioni al fine di garantire agli utenti di raggiungere facilmente questi display anche in termini di sicurezza. Un altro criterio scelto è legato alla presenza di aree che presentano una forte attrazione dal punto di vista turistico.



Mappa 3.7- Mappa di Densità delle aree ad alta concentrazione di BSI - Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

I criteri appena definiti per l'individuazione delle aree in cui posizionare i Totem sono i seguenti:

- aree che presentano un BSI-alto in funzione delle fermate;
- aree che presentano un BSI-medio con la presenza di poli di interesse sociale;
- aree che presentano una forte attrazione turistica;

- percorsi pedonali di area, importanti in termini di accessibilità e sicurezza.

La fase successiva del lavoro è legata alla scelta specifica per il posizionamento dei Totem all'interno delle aree selezionate adottando un approccio di carattere oggettivo in base ai seguenti criteri:

- posizione baricentrica in funzione alle fermate che presentano un BSI elevato superiore alla soglia stabilita per i VIA (> 0,32);
- posizione funzionale per le aree di attraversamento dei principali flussi pedonali;
- posizione ottimale per trasmettere simultaneamente informazioni "di area" connessi a più fermate adiacenti per un raggio di 83 metri (equivale ad un 1 minuto percorso da un pedone con una velocità di 5Km/h);
- posizione adeguata per minimizzare la distanza dal punto di vista di alimentazione elettrica per il contenimento dei costi di posa in opera.

Dati questi criteri le aree in cui verranno collocati i Totem sono (V. Matarazzo 2017):

- Stazione ferroviaria Porta Nuova;
- Piazza castello;
- Piazza XVIII Dicembre;
- Piazza Statuto;
- Piazza Vittorio Veneto;
- Piazza Sabotino;
- Piazza Giosuè Carducci;
- Ospedale Mauriziano Umberto I;
- Ospedale Maria Vittoria.

La scelta di queste aree è basata su molteplici motivazioni dal punto di vista progettuale, per tale ragione vengono di seguito associate le potenziali caratteristiche topologiche che ognuna di questi poli riveste nelle funzioni della Città.

Il primo nodo individuato in ordine gerarchico è quello della Stazione Ferroviaria Porta nuova rappresentata nella figura 3.14; essa presenta un importante polo di scambio intermodale dove gli utenti possono effettuare i loro spostamenti attraverso l'ausilio di una combinazione di mezzi differenti (Treno, TPL,Metropolitana, ToBike, ecc.,). Questa sua funzione è assecondata anche dalla presenza delle fermate con un alto BSI situate in corso Vittorio Emanuele II e via Sacchi dove transitano le linee principali del trasporto pubblico locale.

Grazie a queste caratteristiche è stato possibile identificare questo polo come una di quelle aree su cui andrà posizionato il primo Totem informativo.

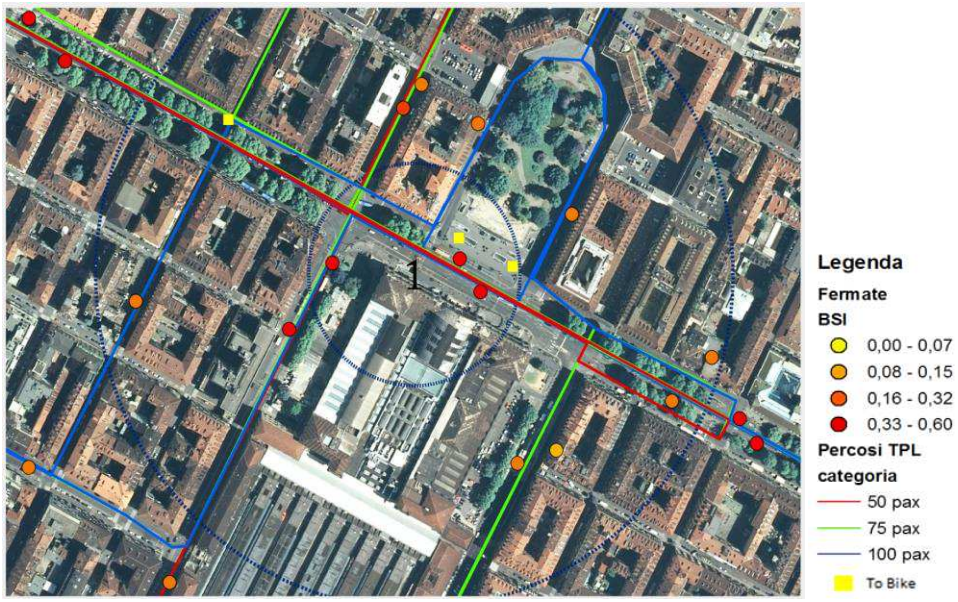


Figura 3.14- Posizione specifica del Totem a Porta Nuova, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Il secondo nodo riguarda Piazza Castello (Figura 3.15) che presenta la piazza principale della città di Torino nella quale convergono quattro assi viari principali: l'area pedonale via Giuseppe Garibaldi, via Po', via Roma e via Pietro Micca. Grazie alla sua posizione baricentrica è considerata sia una zona a forte vocazione turistica e sia una zona di transito delle principali linee del TPL ed intercetta la quasi totalità dei flussi pedonali della Piazza.

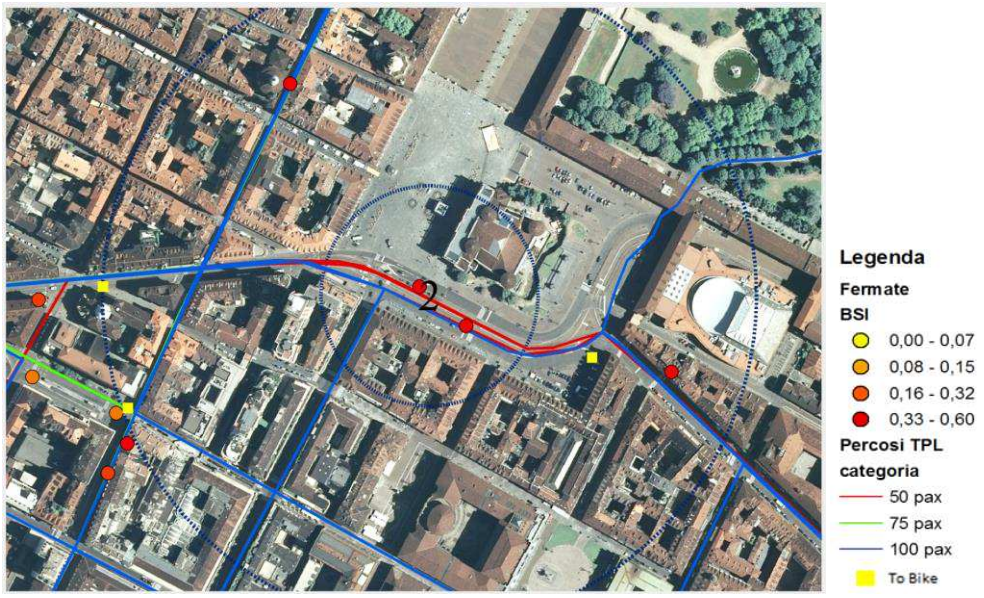


Figura 3.15- Posizione specifica del Totem in Piazza Castello, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Il terzo polo è inerente a Piazza XVIII Dicembre (Figura 3.16) dove sono presenti quattro fermate principali con un numero rilevanti di transiti di linee urbane e suburbane. È posizionato nei pressi della Stazione Ferroviaria Porta Susa e per tale ragione in questo punto vengono principalmente effettuate degli interscambi tra le linee GTT ed il servizio metropolitano e ferroviario. Per questo motivo, si è scelto di ubicare il terzo Totem sul marciapiede all'uscita dalla metropolitana considerata una posizione ottimale anche per l'accessibilità da parte degli utenti.

Figura 3.16- Posizione specifica del Totem in Piazza XVIII Dicembre, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

A pochi metri da Piazza XVIII Dicembre, è stato scelto di collocare il quarto dispositivo nei pressi di Piazza Statuto, presentata nella figura 3.17, situata nella zona centrale della Città. La posizione precisa del Totem è sulla banchina considerata un punto strategico in quando collega le quattro principali fermate a quell'area e permette ai pedoni un attraversamento sicuro.

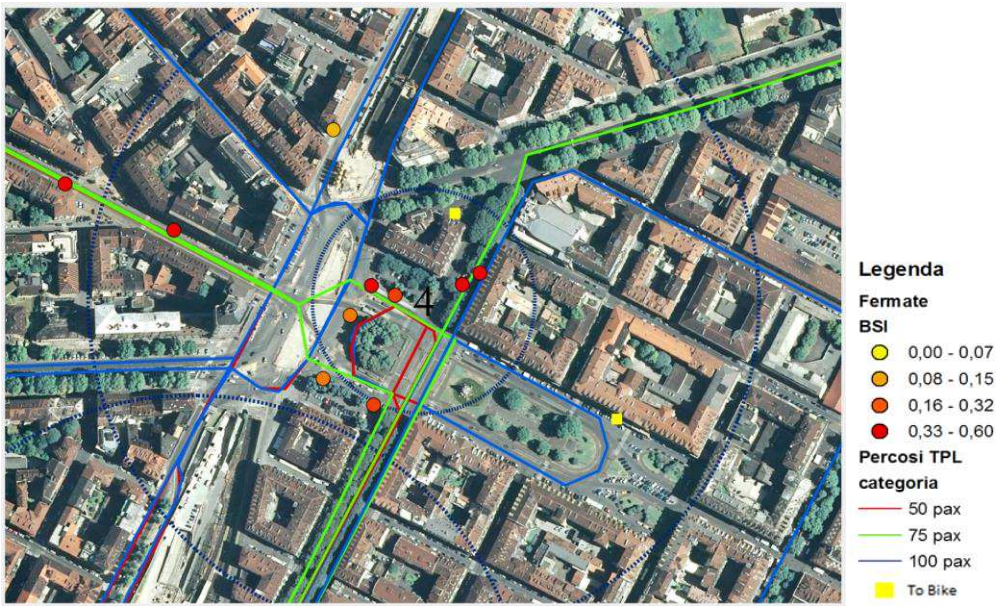


Figura 3.17- Posizione specifica del Totem in Piazza Statuto, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

A seguire, troviamo Piazza Vittorio Veneto (Figura 3.18) che nonostante sia una delle piazze principali della città anche per il transito delle varie linee del trasporto pubblico, non è provvisto di nessun dispositivo di informazione all'utenza. Si trova al termine di via Po' a ridosso del fiume collega il ponte Vittorio Emanuele I alla piazza della Chiesa della Gran Madre di Dio e con il quartiere Borgo Po, per tanto è considerata una delle aree ad alto flusso sia in termini di mezzi e pedoni. Queste sue caratteristiche hanno contribuito a posizionare il Totem direttamente ad una delle due fermate principali della Piazza, in quanto durante il fine settimana nelle ore notturne, la GTT effettua il servizio Night Buster partendo come capolinea proprio da Piazza Vittorio.

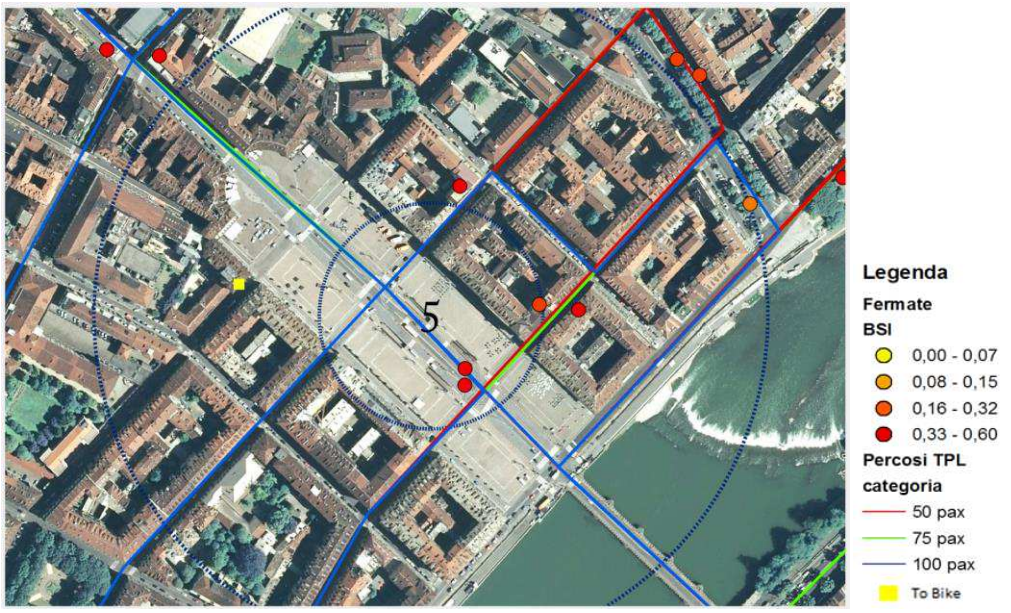


Figura 3.18- Posizione specifica del Totem in Piazza Vittorio Veneto, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Per quanto concerne Piazza Sabotino e Piazza Giosuè Carducci, per la prima è stato scelto di posizionare il Totem direttamente nella fermata numero 3348 essendo il capolinea di una delle linee tranviarie principali del trasporto pubblico (linea 16). Per la seconda Piazza, invece, è stato deciso di ubicare il display sulla banchina all'uscita della metropolitana in modo tale da servire informazioni sui passaggi in tempo reale anche alle fermate prossime in quell'area.

Infine, per quanto riguarda i due poli ospedalieri, il criterio di scelta è dovuto al fatto che entrambe le strutture sono importanti dal punto di vista sociale e di conseguenza è opportuno servire queste due aree di informazione all'utenza sebbene non presentino un BSI rilevante. La motivazione di questo criterio risulta coerente con l'elaborazione della mappa di concentrazione (Mappa 3.7) che a confronto con gli altri poli scelti, rappresenta come questi due nodi non presentano una distribuzione di grande importanza (per la loro rappresentazione cartografica si rimanda agli allegati).

Come spiegato precedentemente, alcune di queste 9 aree scelte, non sono posizionate esattamente nei pressi delle fermate del servizio pubblico, bensì alcuni di questi display sono da posare sulle banchine occupando cosi il suolo pubblico. Le occupazioni di suolo pubblico sono soggette ad una specifica concessione da parte della Pubblica Amministrazione la quale facendo uso di un potere discrezionale, sottrae il suolo pubblico momentaneamente all'uso comune e lo mette a disposizione di soggetti particolari.

Secondo il Regolamento Comunale C.O.S.A.P. (Canone di Occupazione Spazi ed Aree Pubbliche) Titolo I- Disposizioni Comuni, Art. 1, si definisce:" *Occupazione suolo pubblico qualsiasi occupazione per l'utilizzo diretto di strade, aree e relativi spazi soprastanti e sottostanti appartenenti al demanio o al patrimonio indisponibile del Comune ovvero di aree private soggette a servitù di pubblico passaggio costituita nei modi di legge, comprese le aree destinate a mercati anche attrezzati*".

Per tale ragione, la fase successiva del lavoro consiste nello sviluppare degli elaborati tecnici con lo scopo di presentare un progetto preliminare al Comune di Torino al fine del rilascio della concessione di occupazione di suolo pubblico.

Regolamento Comunale C.O.S.A.P. Titolo II- Canone e Sanzioni, Art. 5- Rilascio delle concessioni ed autorizzazioni:

> *[1]. "…(i)…Tutti coloro che intendono effettuare occupazioni di suolo pubblico, sono tenuti a presentare domanda onde ottenere i prescritti permessi comunali in applicazione delle norme previste dagli articoli 20, 26 e 27 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 (4) e successive modificazioni e integrazioni (Codice della strada)…(i)…." […]*
>
> *[3]. "…(ii)…Le concessioni od autorizzazioni sono rilasciate secondo le modalità e nei termini previsti dall'articolo 4 del vigente Regolamento di Polizia Urbana […] nonché in base alle norme del Regolamento Edilizio…(ii)… "[…]*

Con riferimento alla relazione illustrativa dell'offerta tecnica dei Totem (*Progetto e verifiche strutturali di allestimenti espositivi, Totem*), si dichiara che dal punto di vista geometrico, suddetti dispositivi consistono nella realizzazione di fondazione di allestimento realizzati con profili metallici di sezioni. Questo significa che si dovranno effettuare degli scavi stradali per la posa e la manutenzione di cavi, conduttore o apparecchiature in genere nelle aree selezionate. Per tale ragione, è stato opportuno effettuare degli sopralluoghi in accordo con la GTT, per elaborare delle carte tecniche riportando la presenza di tutti gli elementi strutturali presenti sulla superficie che circondano le aree oggetto di studio. Le procedure e planimetrie elaborate verranno descritte nel prossimo capitolo.

CAPITOLO 4. Risultati

Tale capitolo riporta i risultati delle elaborazioni statistiche relative ai dati BIP per studiare l'andamento delle validazioni e anche la quantità della domanda da parte degli utenti al fine di individuare quelle fermate più utilizzate. Queste analisi hanno contributo all'aggiornamento del BSI, come spiegato nel precedente capitolo, in quanto tiene conto della classificazione delle fermate della rete GTT in base alla domanda e l'offerta del TPL.

Durante le elaborazioni sono state riscontrate una serie di anomalie che hanno spinto ad effettuare ulteriori studi in quanto queste, potrebbero influenzare la corretta elaborazione delle statistiche condotte dall'ufficio di pianificazione della GTT.

Successivamente si riporta il risultato delle analisi compiute per la riorganizzazione delle informazioni di arrivo in fermata. Vengono ripresi nel dettaglio i criteri utilizzati per il riposizionamento dei VIA di seconda generazione e l'installazione di quelli di quarta generazione, acquistati dalla GTT in una fase di gara tenutasi nell'anno 2015 dall'ufficio Sistemi e Progetti Telematici.

In questo capitolo vengono quindi, riportati i risultati inerenti alle fermate che saranno dotate di VIA e quelle che saranno sprovviste per ragioni di origine organizzativo.

Verranno inoltre illustrate quelle aree in cui andranno posizionati i Totem Informativi che avranno l'obiettivo di fornire informazioni relative a più fermate adiacenti. Verrà fatto riferimento ad alcuni strumenti a livello comunale in quanto per l'occupazione del suolo pubblico vigono regole e normative da rispettare al fine di poter effettuare i lavori di posizionamento dei Totem stessi. Per tale ragione, in questa fase di lavoro grazie all'elaborazione di planimetrie a varia scala si potrà conoscere nel dettaglio le caratteristiche topologiche e le procedure amministrative e burocratiche inerenti l'occupazione del suolo comunale.

4.1 Analisi condotte per l'aggiornamento del parametro BSI in funzione dei Dati BIP

In questo paragrafo vengono riportati le analisi inerenti all'elaborazione dei dati BIP in quanto hanno contribuito ad aggiornare il parametro BSI descritto precedentemente.

I dati relativi alle validazioni vengono caricati su un supporto elettronico ed inviati all'unità di bordo che ha la funzione di raccogliere le informazioni provenienti da tutte le validazioni. Una volta che il mezzo rientra in deposito a fine corsa, questi dati vengono inviati al CCA e vengono raccolti nel Database aziendale, come mostrato nella figura 4.1, tramite cui è possibile generare dei report per delle elaborazioni. Grazie a questo DB è stato possibile scaricare i dati relativi alle validazioni ed effettuare delle statistiche riguardo al numero delle obliterazioni da parte degli utenti. Questi dati fanno riferimento anche alla tipologia di abbandonamento, come per esempio:

- annuale urbano over 65;
- annuale studenti GTT rete urbana/ suburbana;
- annuale studenti GTT rete urbana;
- junior;
- mensile urbano, ecc.

Figura 4.1- Automated Fare Collection System- Database BIP (Tesi in Azienda 2017)

Inoltre, è possibile scaricare dati per categoria *mezzi*, dove al numero delle validazioni è associato il numero della linea, per *tipologia,* nonché per *viaggi* che racchiude tutte le modalità di spostamento facendo riferimento alla corsa, alla fermata o alla linea.

Per conoscere l'effetto apportato dalla Legge Regionale sulla Validazione Obbligatoria, è stata eseguita un'ulteriore analisi per elaborare delle statiche sui dati aggiornati del BIP. In questa fase di lavoro è stato scelto di generare i report nella voce *viaggi per fermata,* illustrata nella figura 4.2*,* che permette di elaborare dati relativi al numero delle fermate associati al numero delle validazioni effettuati dagli utenti.

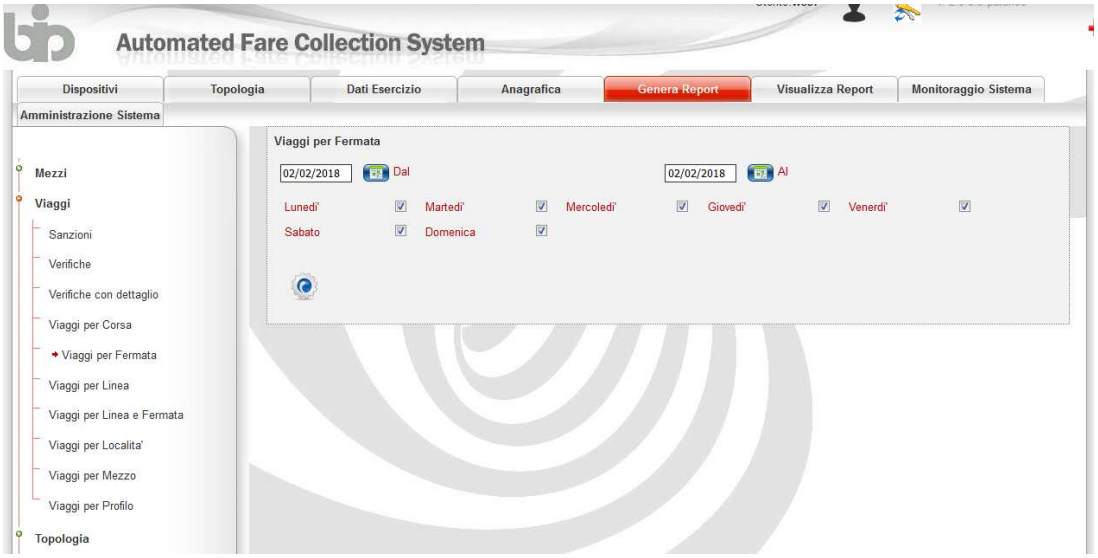


Figura 4.2- Automated Fare Collection System- Database BIP- Viaggi per fermata (Tesi in Azienda 2017)

Sono stati presi in considerazione i dati del mese di febbraio e marzo 2017 per studiare l'andamento delle validazioni da parte degli utenti. Il lavoro è stato eseguito scaricando i dati per settimana (da Lunedì a Domenica) dei due mesi oggetto di analisi. Questi dati fanno riferimento al numero della fermata a cui è associato il numero delle validazioni di tutte le tipologie di titolo di viaggio. Per ogni tipologia e fermata è stato poi sommato il numero totale delle obliterazioni della settimana tipo preso in considerazione. Una volta eseguita questa prima parte di analisi, per conoscere il peso di ciascuna validazione sul totale dei valori, è stata calcolata la percentuale come viene dimostrato nelle tabelle 4.1 e 4.2. Questa procedura è stata effettuata per ogni settimana di ciascun mese analizzato al fine di confrontare i dati elaborati ed illustrare l'andamento totale sull'intero mese.

Fermate	Descrizione	GTML2	Tot. [No GTML2]	Somma	Percentuale
12	CORSO FRANCIA DOPO VIA POZZO STRADA	0	1	1	0,00%
13	C.FRANCIA N. 149	0	2	2	0,00%
17	CORSO FRANCIA / PIAZZA BERNINI	1	29	30	0,01%
18	CORSO FRANCIA / VIA PAMPARATO	1	13	14	0,00%
20	CORSO FRANCIA / VIA SAFFI	0	6	6	0,00%
25	P.STATUTO	5	400	405	0,11%
27	PIAZZA XVIII DICEMBRE	13	1981	1994	0,54%
28	PIAZZA XVIII DICEMBRE	8	1038	1046	0,28%
29	C.VINZAGLIO/V.GRATTONI	4	720	724	0,19%
30	C.VINZAGLIO/V.DE SONNAZ	0	57	57	0,02%
31	C.VINZAGLIO/C.VITTORIO EMANUELE II	3	660	663	0,18%
32	C.VINZAGLIO/C.VITT.EMANUELE	2	81	83	0,02%

Tabella 4.1- Stralcio elaborazione personale con il foglio Excel per il calcolo dell'andamento delle validazioni- mese febbraio (Tesi in Azienda 2018)

Fermate	Descrizione	GTML2	Tot. [No GTML2]	Somma	Percentuale
3	C.FRANCIA Dopo C. Peschiera/C. Brunelleschi	0	2	2	0,00%
9	C.FRANCIA/V.RUBIANA	0	1	1	0,00%
10	C.FRANCIA / V.BORGOSESIA	0	1	1	0,00%
12	CORSO FRANCIA DOPO VIA POZZO STRADA	0	2	2	0,00%
13	C.FRANCIA N. 149	0	3	3	0,00%
17	CORSO FRANCIA / PIAZZA BERNINI	3	60	63	0,01%
18	CORSO FRANCIA / VIA PAMPARATO	0	18	18	0,00%
20	CORSO FRANCIA / VIA SAFFI	2	26	28	0,00%
22	C.FRANCIA/V.PALMIERI	0	1	1	0,00%
25	P.STATUTO	6	708	714	0,12%
27	PIAZZA XVIII DICEMBRE	73	4722	4795	0,78%
28	PIAZZA XVIII DICEMBRE	38	2419	2457	0,40%

Tabella 4.2- Stralcio elaborazione personale con il foglio Excel per il calcolo dell'andamento delle validazioni- mese marzo (Tesi in Azienda 2018)

Una volta calcolate le somme e ottenute le percentuali delle validazioni per ogni settimana è stato possibile ottenere la variazione delle *Bippature* per i due mesi analizzati (Grafico 4.1).

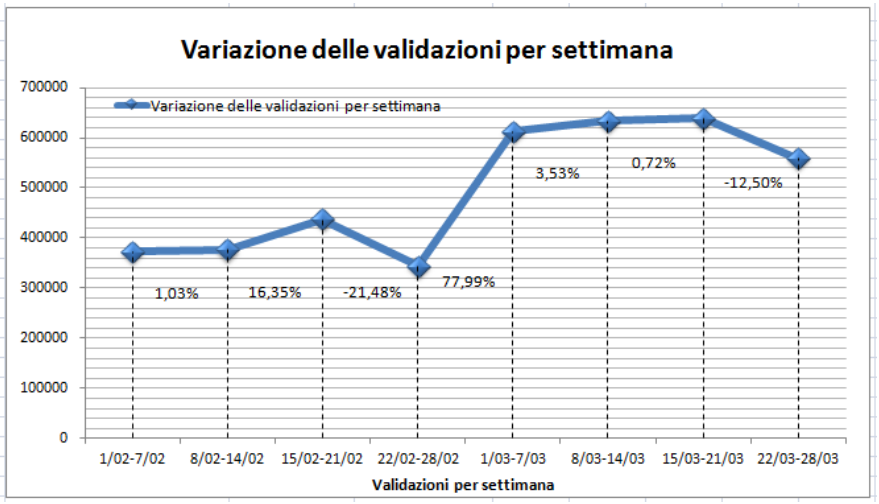


Grafico 4.1- Variazione delle validazioni mese febbraio e marzo- elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)

Dal grafico si evince che il numero delle validazioni ha subito un aumento vertiginoso nelle prime settimane del mese di marzo 2017. Caso significante è l'andamento tra l'ultima settimana di febbraio e la prima settimana di marzo dove si registra un incremento di 77,99 %, il massimo ottenuto in questi due mesi. Il grafico mostra che l'aumento delle validazioni è avvenuto grazie all'entrata in vigore della Legge Regionale (2015) la quale ha spinto tutti gli utenti a obliterare ogni qualvolta si utilizza un mezzo.

Questo dato è dovuto probabilmente al fatto che ogni inizio mese una buona parte degli utenti rinnova il proprio titolo di viaggio che potrebbe giustificare questo aumento rilevante.

Inoltre, grazie a queste analisi, è stato possibile individuare anche le fermate che hanno avuto il numero maggiore di validazioni e di conseguenza avere la possibilità, in un'eventuale analisi futura, di conoscere in dettaglio la domanda di mobilità al fine di ottimizzare l'offerta del trasporto pubblico, in quanto è possibile associare ad ogni fermata le linee transitanti. In quest'ottica si riporta il grafico 4.2 che rappresenta l'andamento delle validazioni delle fermate XVIII Dicembre e Piazza Castello che hanno ottenuto il maggior numero delle *Bippature*. La prima fermata (XVIII Dicembre) è ubicata nei pressi della Stazione Ferroviaria Porta Susa che presenta uno dei principali punti intermodali della Città e, questa locazione potrebbe essere il motivo per cui in questa fermata il numero delle validazioni presenta un picco notevole. Un'altra caratteristica potrebbe essere dovuta al fatto che in questa fermata transitano le linee principali della rete urbana come quelle della categoria A e B. Per quanto riguarda invece la seconda fermata (Piazza Castello), esso rappresenta uno dei punti più attrattivi della Città, sia dal punto di vista turistico che di transito giornaliero effettuato dalla popolazione per gli spostamenti. Analogamente, come per la fermata VXIII Dicembre, anche in Piazza Castello passano le linee principali del trasporto pubblico locale.

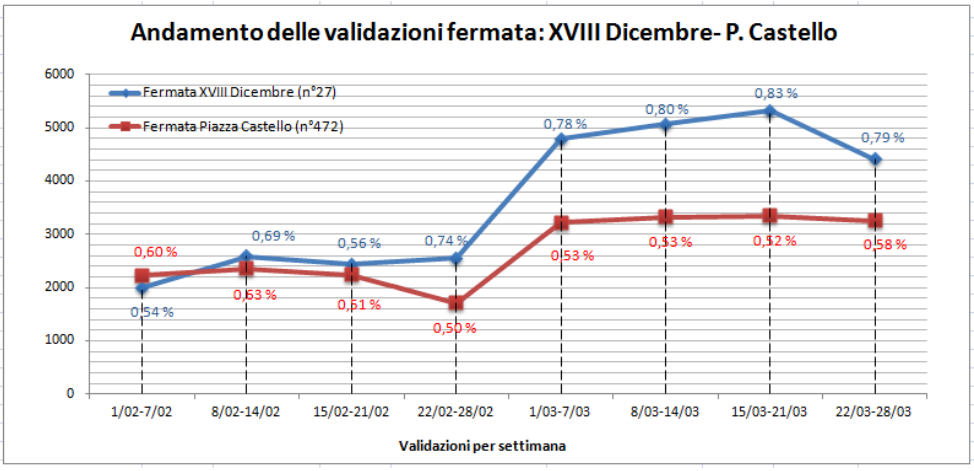


Grafico 4.2- Andamento delle validazioni Fermata: XVIII Dicembre- Piazza Castello- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)

Questo grafico illustra il confronto dell'andamento delle due fermate analizzate; si evince che la fermata XVIII Dicembre è quella che presenta il maggior numero delle validazioni rispetto a quella di Piazza Castello. Questo è dovuto probabilmente al fatto che la prima è situata in un punto strategico della Città dove avvengono una parte rilevante di spostamenti da parte anche della popolazione pendolare essendo in prossimità alla Stazione Ferroviaria. Inoltre, facendo il ragionamento analogo a quanto descritto precedentemente sull'andamento totale, si potrebbe affermare che anche in questo caso l'aumento vertiginoso nella prima settimana di marzo è dovuto al rinnovo dei titoli di viaggio.

Un'altra analisi effettuata, grazie all'utilizzo delle *Tabelle Pivot, è* stata quella di raggruppare ed individuare le 10 fermate con un numero notevole di validazioni da parte degli utenti e di conseguenza conoscere anche le linee più utilizzate da essi, in quando è possibile associare al numero della fermata le linee transitanti. Nel grafico 4.3 è possibile notare che le fermate più utilizzate dagli utenti sono quelle ubicate nel centro di Torino dove transitano le linee strategiche che hanno la funzione di collegare la parte urbana alle zone limitrofe della città.

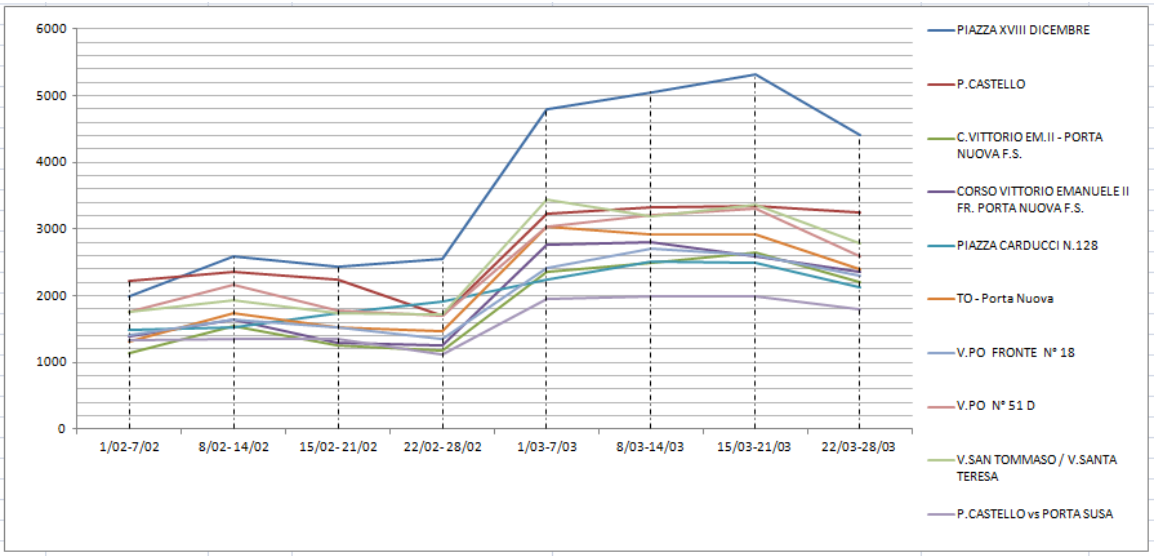


Grafico 4.3- 10 fermate con un numero notevole di validazioni-Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)

Analizzando nel dettaglio, si può affermare che la fermata con il numero massimo di validazioni è quella di Piazza XVIII Dicembre per le ragioni descritte prima. A seguire si ha quella di Piazza Castello che presenta un andamento simile a quella di Corso Vittorio Emanuele II nei pressi della Stazione Ferroviaria Porta Nuova. Anche per quest'ultima si evince che l'aumento sia dovuto alla sua posizione strategica e al transito delle linee importanti della rete urbana. Un caso particolare, invece, riguarda l'altra fermata di Piazza Castello, quella direzione Porta Susa, che presenta un andamento poco rilevante e viene classificata gerarchicamente come ultima rispetto alle 10 fermate più *Bippate*.

Anomalie apparati BIP

Come detto in precedenza, questi dati sono stati analizzati per fermata e, durante l'elaborazione si sono riscontrate una serie di anomalie inerenti all'acquisizione del dato, in quanto gli apparati BIP comunicano con il dispositivo AVM a bordo.

Una delle anomalie interessanti rilevate riguarda la voce "*Fermata non definita nel Bip*" che si verifica probabilmente quando l'apparato non acquisisce in modo corretto i dati. Di conseguenza, non essendo in grado di identificare la fermata, invia automaticamente al sistema una serie di numeri che, in alcuni casi non corrisponde al numero di nessuna fermata mentre in altre circostanze, il numero è effettivamente relativa ad una palina. Nella tabella 4.3 si riporta un esempio dei dati elaborati del mese di febbraio dove si riscontra l'anomalia descritta; in rosso vengono messi in evidenza le fermate effettivamente esistenti con le relative validazioni effettuati dagli utenti, mentre quelle in nero sono una serie di numeri che non sono associabili a nessuna palina. La particolarità di questo caso specifico è dovuto al fatto che, nonostante l'apparato non fosse in grado di identificare la fermata, è stato comunque in grado di registrare il numero delle validazioni.

Fermate	Descrizione	GTML2	Tot. [No GTML2]	Somma	Percentuale
38	Fermata non definita nel BIP	0	21	21	0,00%
92	Fermata non definita nel BIP	0	2	2	0,00%
8122	Fermata non definita nel BIP	0	4	4	0,00%
9044	Fermata non definita nel BIP	10	426	436	0,07%
9094	Fermata non definita nel BIP	0	4	4	0,00%
9105	Fermata non definita nel BIP	0	1	1	0,00%
10002	Fermata non definita nel BIP	0	4	4	0,00%
10003	Fermata non definita nel BIP	0	1	1	0,00%
10012	Fermata non definita nel BIP	0	16	16	0,00%
10104	Fermata non definita nel BIP	0	3	3	0,00%
10122	Fermata non definita nel BIP	0	1	1	0,00%
10141	Fermata non definita nel BIP	0	9	9	0,00%
10174	Fermata non definita nel BIP	0	1	1	0,00%

Tabella 4.3- Esempio anomalie BIP- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)

Questa irregolarità è stata riscontrata sia per l'intero mese di febbraio che di marzo, presentando un numero rilevante di validazioni non definite nel BIP. Nelle tabelle 4.4 e 4.5 vengono illustrate infatti, la percentuale di fermate non definite nel BIP.

Settimana	% di fermate non definite nel BIP
1/02-7/02	0,13%
8/02-14/02	0,14%
15/02-21/02	6,95%
22/02-28/02	0,23%

Tabella 4.4 - La Percentuale (%) di fermate non definite nel BIP, mese di febbraio- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)

Settimana	% di fermate non definite nel BIP
1/03- 7/03	0,12%
8/03- 14/03	0,13%
15/03- 21/03	0,13%

Tabella 4.5- La Percentuale (%) di fermate non definite nel BIP, mese di marzo- Elaborato personalmente (Tesi in Azienda 2018)

.

La percentuale è stata calcolata per ogni settimana sul totale del mese analizzato e, la particolarità di questo caso specifico è il valore inerente alla terza settimana di febbraio che presenta una percentuale di 6,95% di fermate sul totale non definite nel BIP. Per tale ragione in accordo con gli addetti del reparto SPT si è deciso di effettuare delle prove sul campo al fine di individuare il problema dovuto probabilmente ad un malfunzionamento degli apparati a bordo e verificare il corretto comportamento dei validatori con il contatto chiave "off" del veicolo a quadro spento.

Nei giorni 30,31 maggio e 1 giugno 2017 è stato effettuato un'indagine campionaria ai principali capolinea del trasporto pubblico locale nei quali sostano un numero discreto di linee utili per eseguire l'analisi:

- Capolinea Ventimiglia: linee 17, 17B, 34, 42;
- Capolinea Bertola: linee 27,58,58B,72,72B;
- Capolinea Caio Mario: Linee 18,38,43,62,63B;
- Capolinea Drosso: linea 4;
- Capolinea Solferino: linee 14,29,59,59B,63;
- Capolinea Susa: linee 10N, 46,49,51,57,71.

Le anomalie esaminate sono state raggruppate in 5 tipologie:

- Servizio chiuso: quando il validatore al capolinea, a quadro spento, indica sul proprio display la voce servizio chiuso impedendo all'utente di obliterare;
- Fuori servizio/spento: quando il validatore al capolinea, a motore spento o acceso, indica sul display la voce "Fuori servizio" oppure risulta completamente spento impedendo all'utente di obliterare;
- Errore codice: quando il validatore al capolinea viene interrogato premendo contemporaneamente i due tasti superiori indica una serie di numeri che non sono associabili né alla fermata e né alla linea; questo problema non impedisce all'utente di validare il proprio titolo;

- Guasto componenti: quando il validatore presenta alcune componenti guaste o mancanti dovute ad usura o ad atti di vandalismo;
- Errore orario: quando il validatore non presenta l'orario corretto;
- Stato corretto: quando il validatore non presenta nessuno stato di anomalia.

Il lavoro è stato eseguito nelle seguenti modalità; all'arrivo del veicolo al capolinea, veniva compilato un modulo elaborato dall'ufficio SPT nel quale bisognava inserire la matricola del veicolo, il numero della linea, il numero totale delle validazioni installati a bordo, le anomalie riscontrate e il corretto funzionamento del SIS (*Tabellotto* a bordo). Quest'ultimo consisteva nell'osservare sul dispositivo a bordo nella cabina dell'autista se l'icona degli apparati BIP fosse di colore *blu* o *grigio;* nel caso in cui fosse stato di colore blu voleva dire che gli apparati comunicavano correttamente con il sistema della centrale di conseguenza i *BIP* risultavano regolari come dimostrato nella figura 4.3, contrariamente se fosse stato di colore grigio indicava che uno o più apparati non mandavano il segnale correttamente al sistema.

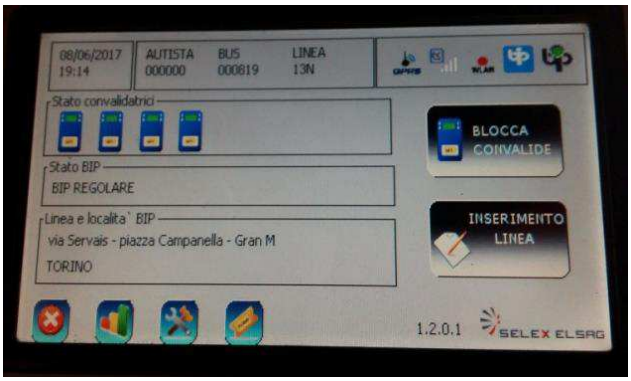


Figura 4.3 - Apparato SIS a bordo- (Tesi in Azienda 2018)

Una volta eseguita l'indagine su un campione di 386 validatori, è stato riscontrato che 155 di essi riportavano le anomalie precedentemente descritte. Il caso più rilevante, ovvero il 63% del malfunzionamento, è stato inerente alla tipologia *Errore codice.* Questa tipologia di malfunzionamento determinava un codice fittizio di cinque cifre (00999) dovuto all'errata identificazione della linea, ovvero quando l'apparato non era in grado di identificare la linea relativa al veicolo.

Inoltre, per comprendere meglio i problemi legati alla non corretta comunicazione degli apparti è stato opportuno effettuare altre verifiche sul campo, in linea e in deposito al fine di controllare il comportamento del *BIP* ad ogni fermata e al capolinea con il veicolo fermo.

Dopo avere raccolto una serie dati significativi sul malfunzionamento degli apparati è stato possibile presentare un report sull'indagine eseguita e presentare tale documentazione agli addetti che si occupano della manutenzione degli apparti *BIP*.

4.2 Riposizionamento definitivo dei dispositivi di informazione in fermata (VIA)

I criteri utilizzati nel precedente capitolo hanno permesso di procedere verso una fase esecutiva per il riposizionamento dei dispositivi VIA.

Per il parametro BSI sono state individuate 4 classi in base alle soglie fissate precedentemente per permettere una riclassificazione più logica e funzionale delle fermate:

- 0,00- 0,07 al di sotto della soglia inferiore;
- 0,08- 0,15 soglia intermedia;
- 0,16- 0,32 soglia superiore;
- 0,33- 0,60 al di sopra della soglia superiore.

L'utilizzo di queste soglie funziona solo come una fase preliminare per la riorganizzazione della localizzazione dei dispositivi; come già accennato, infatti, alcune fermate sono comunque state dotate di tale servizio sebbene presentassero un BSI poco rilevante. Per tale ragione sono state effettuate delle ulteriori analisi che hanno permesso di giustificare la presenza dei VIA in queste fermate del servizio GTT.

È stato possibile notare che alcune di queste sono ubicate nei pressi dei poli di importanza sociale, come per esempio le scuole, gli ospedali, ASL ecc., e che probabilmente, per l'installazione di questi dispositivi sono state prese in considerazione dei criteri razionali. Un esempio di quanto detto è la fermata n. 3071 (C. Unità d'Italia fronte C.T.O), questa infatti, nonostante presentasse un BSI di 0,05 è comunque servita dal servizio informazione all'utenza in quanto si trova nei pressi di un polo ospedaliero.

Per la riorganizzazione delle fermate, oltre all'applicazione del metodo scientifico sono quindi stati presi in considerazione anche dei criteri razionali in modo tale da garantire un servizio migliore a quello attuale. Grazie ai ragionamenti eseguiti si possono ora descrivere nel dettaglio tutte quelle fermate che subiranno le modifiche spiegando nello specifico le motivazioni che hanno spinto verso questa riorganizzazione.

In ordine cronologico sono state analizzate le fermate con i display di prima generazione in quanto ricevono l'informazione esclusivamente da un'architettura legata agli SPOT semaforici e il loro disfunzionamento consisterebbe nello spegnimento totale senza apportare lavori di dislocamento.

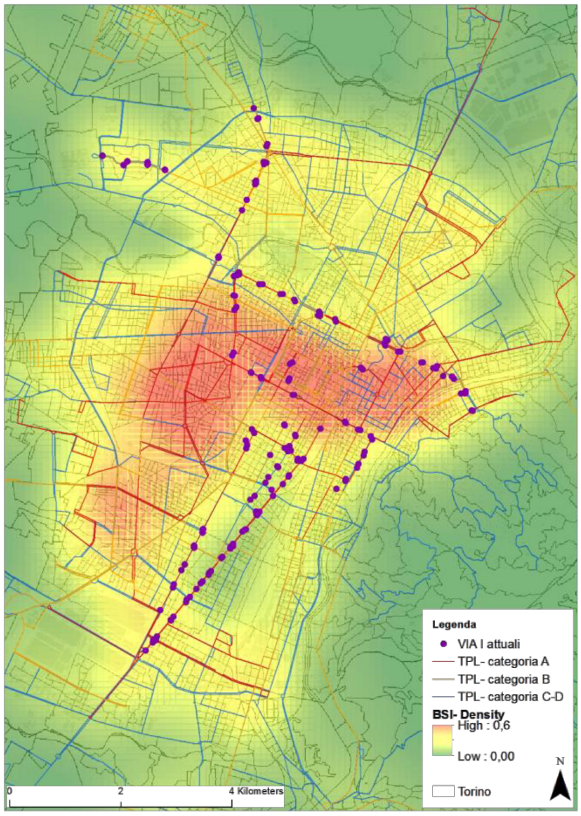
Per una ridistribuzione preliminare sono state individuate le circa 156 fermate che attualmente sono servite dai VIA di prima generazione suddividendole in base al peso del parametro BSI. In questo modo è stato possibile definire un intervallo di valori compreso tra 0,01 (minimo) e 0,38 che corrisponde al valore massimo e superiore alla soglia prestabilita (0,32).

Grazie all'ausilio del Database Aziendale Yahra è stato possibile individuare e conoscere sia la posizione geografica di questi display, sia le loro caratteristiche strutturali. Questo ha permesso di individuare quelle fermate idonee dal punto di vista strutturale per garantire la possibilità di sostituire e/o posizionare i VIA di seconda e/o di quarta generazione.

Per procedere in questa maniera ed avere un riposizionamento conforme con il servizio offerto attuale si è scelto di sostituire i VIA_I ubicati in quelle con un BSI notevole da quelli di seconda generazione.

Per tale ragione come prima classificazione sono state prese in considerazione le fermate che presentano un BSI tra 0,12 minimo e un massimo di 0,29. Queste paline sono principalmente posizionate lungo i Corsi principali della Città di Torino come per esempio C.so Unione Sovietica, nonché C.so Vittorio Emanuele II dove transitano anche alcune linee strategiche del trasporto pubblico locale. Sono queste le caratteristiche che spingono verso l'utilità di preservare il servizio di informazione all'utenza in queste fermate con il riposizionamento dei VIA di seconda generazione.

Dalla mappa 4.1 si può osservare la posizione geografica dei VIA di prima generazione che presentano una distribuzione continua sia lungo i principali assi viari della rete del trasporto stradale torinese e sia lungo i percorsi in cui transitano le linee di categoria A e B del TPL.

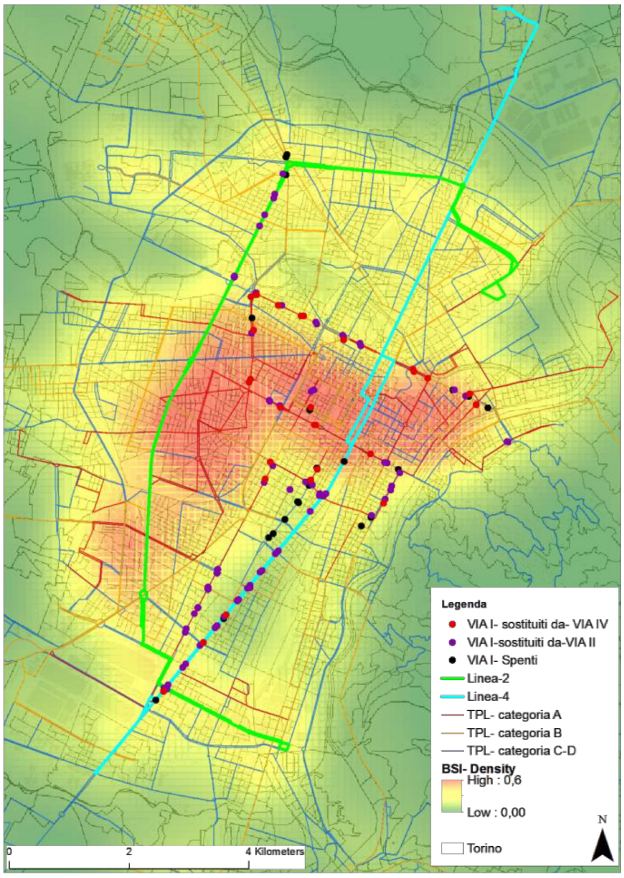


Mappa 4.1- Distribuzione attuale dei VIA I in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Questa mappa (4.1), oltre a rappresentare la posizione attuale dei VIA di prima generazione, illustra anche una distribuzione densa in quelle aree in cui la concentrazione di BSI risulta rilevante e, per questa ragione, si evidenza la necessità di sostituire questi display obsoleti con quelli più moderni. Questa logica intende anche ordinare in modo conforme l'informazione all'utenza con lo stato attuale e posizionare i VIA anche in funzione della massima utilità in quelle fermate utilizzate da un numero rilevante di passeggeri.

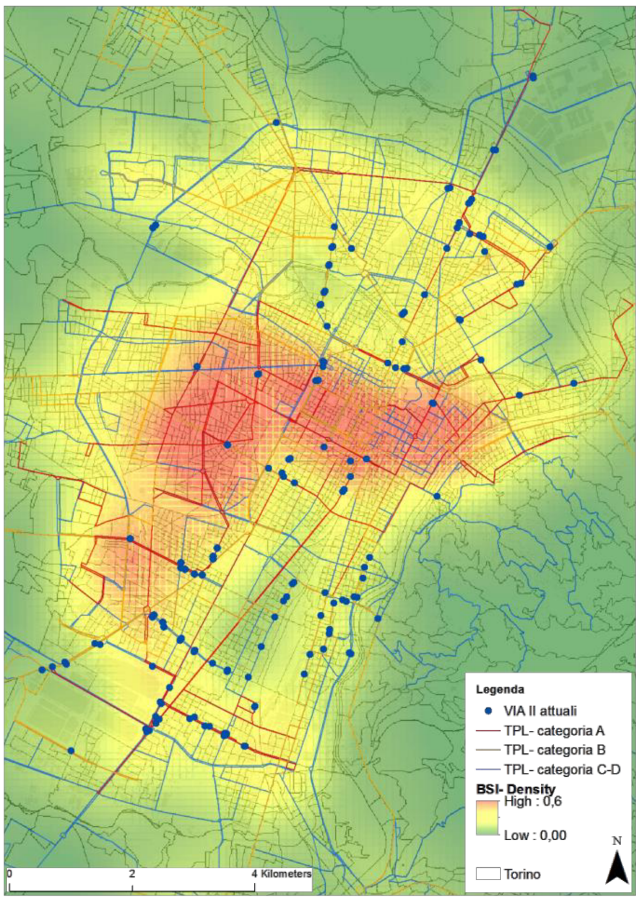
Data la quantità di questi VIA (circa in 156 fermate) in base al primo criterio utilizzato sulla sostituzione di questi display da quelli di seconda e quarta generazione, si è scelto di ampliare l'intervallo di valori del BSI fissando come valore minimo 0,12 e come valore massimo 0,38 che va oltre la soglia prestabilita. Un altro criterio scelto è stato quello di mantenere e/o riposizionare i VIA in quelle fermate (attualmente fornite da questi display) laddove circola la linea tranviaria urbana 4 che collega i quartieri periferici di Mirafiori (sud della città) e Falchera (stremo nord) e costituisce la linea principale della rete GTT in termini km effettuati (circa 15 km). Analogamente è stato fatto lo stesso ragionamento anche per la linea 2, che percorre circa 14,20 km effettuando un percorso che va da sud - est verso nord- est della città di Torino. Inoltre, entrambe le linee vengono classificate tra le 10 linee di forza della rete GTT. La

mappa 4.2 infatti rappresenta lo stato di progetto dei VIA di prima generazione sostituiti da quelli di seconda in circa 69 fermate e da quelli di quarta generazione in circa 30 fermate nei tratti strategici della rete trasportistica in base a criteri stabiliti.



Mappa 4.2- Distribuzione dello stato di progetto dei VIA I in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Una volta analizzati i VIA di prima generazione la fase successiva è stata quella di elaborare le fermate serviti da quelli di seconda generazione. Attualmente sono 147 le fermate dotate dei VIA II e presentano un BSI che varia da 0,00 a 0,60. Infatti la mappa 4.3 riporta lo stato attuale dei VIA di seconda generazione e illustra quanti di questi sono installati nelle fermate con un peso alquanto irrilevante in base alla concentrazione del BSI *Density*.



Mappa 4.3- Distribuzione dello stato attuale dei VIA II in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Per tale ragione per questi VIA non è stato considerato solo il peso del parametro ma anche altri criteri che hanno contribuito a ottenere un riposizionamento adeguato senza produrre disservizio nei confronti degli utenti.

Il primo criterio è stato quello di spostare i VIA di seconda generazione poco rilevanti (valore compreso tra 0,05 e 0,23) nelle fermate dotate attualmente da quelli di prima generazione che, come spiegato precedentemente, presentano delle caratteristiche funzionali importanti. In questa fase inoltre, si è deciso di spostare alcuni di questi display posizionati in 5 fermate, riportate nella tabella 4.6, che sebbene presentassero un valore compreso tra 0,30 e 0,60, saranno quelle in cui l'informazione all'utenza sarà gestita dai Totem Informativi di area. Questo ragionamento ha permesso di selezionare e dislocare i display da quelle fermate in cui le informazioni potessero risultare ridondanti.

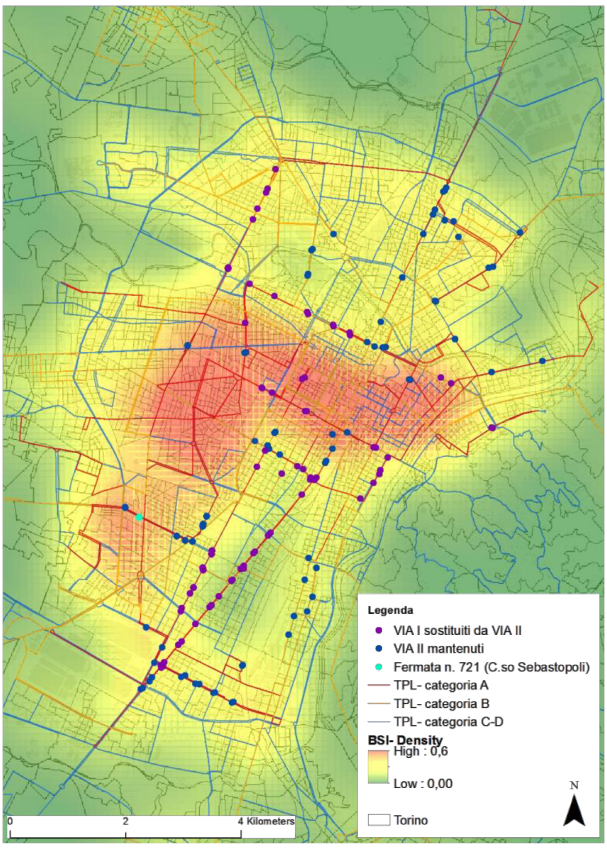
Fermata	Descrizione	Nome	VIA	TOTEM	BSI
1411	PIAZZA XVIII DICEMBRE	XVIII DICEMBRE	II	x	0,30
466	P.STATUTO PER V.CIBRARIO	STATUTO	II	x	0,31
3447	C. PESCHIERA \ P. SABOTINO	SABOTINO	II	x	0,34
28	PIAZZA XVIII DICEMBRE	XVIII DICEMBRE	II	x	0,45
27	PIAZZA XVIII DICEMBRE	XVIII DICEMBRE	II	x	0,60

Tabella 4.6- Fermate nel raggio dell'area Totem (Tesi in Azienda 2018)

Di seguito è stato scelto di lasciare invariate 76 fermate che presentano un BSI compreso tra 0,12 e 0,46 dove circolano le linee di categoria A e B e presentano delle caratteristiche funzionali rilevanti.

Per quanto riguarda il riposizionamento dei VIA II (mappa 4.4), 76 display mantengono la loro posizione attuale mentre 74 verranno spostati in base alle seguenti modalità:

- 69 VIA II sostituiscono VIA I;
- 3 VIA II vengono sostituiti da area di Totem Informativo (verrà discusso di seguito);
- 1 VIA II sostituito da VIA IV;
- 1 VIA posizionato nella fermata n. 721 (C. Sebastopoli, BSI pari a 0,31) attualmente sprovvisto di tale servizio.



Mappa 4.4- Distribuzione dello stato di progetto dei VIA II in base al peso di BSI, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

Il riposizionamento e la sostituzione dei VIA I e VIA II è stato poi integrato con quelli di terza e quarta generazione; i VIA III non hanno subito nessuna modifica in quanto presentano delle caratteristiche strutturali non facilmente rimovibili. Per quanto concerne, invece, i VIA IV (Figura 4.4), essi sono quelli di ultima generazione che presentano delle caratteristiche più moderne ed innovative rispetto a quelli di seconda e terza.

Figura 4.4- Via di quarta generazione- Fonte: Offerta Tecnica del lotto vincitore

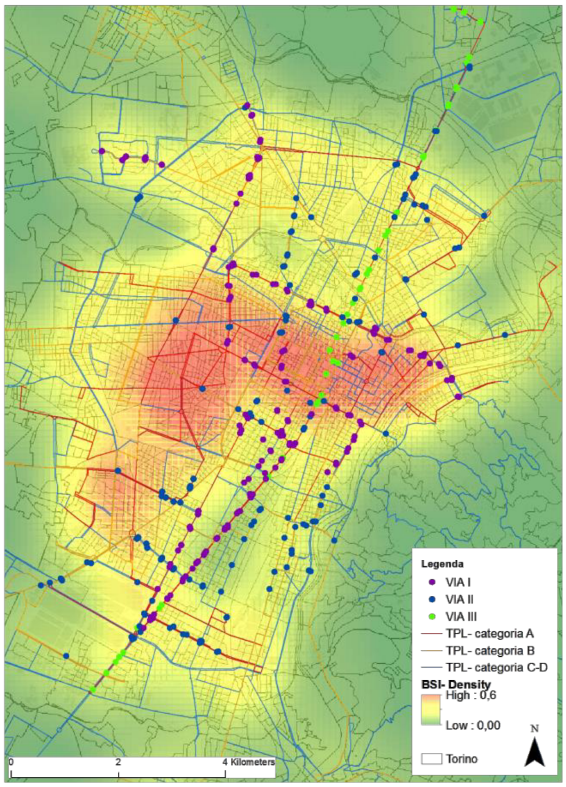
Il funzionamento di questi display (VIA IV) è legato all'energia solare in quanto sono provvisti da pannelli fotovoltaici facilmente installabili nelle fermate degli autobus permettendo altresì la possibilità di posizionarli in fermate non necessariamente alimentate dalla corrente elettrica. Analogamente ai VIA II e VIA III, anche questi display trasmettono informazioni sull'arrivo dei bus in tempo reale secondo lo standard GTFS e, inoltre, contengono una vasta gamma di applicazioni e widget predefiniti quali: GTFS, meteo, notizie annunci, testi, immagini e layout i quali permettono di creare applicazioni personalizzate e integrarle nel loro sistema di gestione. Grazie a queste caratteristiche è possibile inoltre, applicare una metodologia che permetta a questi VIA IV di trasmettere informazioni sull'arrivo dei mezzi in tempo reale su più fermate adiacenti in modo contemporaneo. Per tale ragione uno dei criteri utilizzati è stato quello di posizionare solo un display nelle fermate vicine, come riportato nella tabella 4.7, rispettando un'accessibilità adeguata in termini di sicurezza per l'attraversamento pedonale.

In sintesi i VIA di quarta generazione andranno posizionati in 30 fermate, attualmente serviti da quelli di prima generazione che presentano un BSI compreso tra 0,16 e 0,38, e in altre 34 fermate che presentano un BSI rilevante compreso tra 0,28 e 0,48, come ad esempio la fermata n.477 di via Po, che attualmente è sprovvista di tale servizio (per l'elenco delle fermate si rimango agli allegati). In base a questa classificazione si ha un totale di 56 fermate servite dai VIA IV (in quanto alcuni trasmetteranno informazioni su più fermate) su 60 acquistati in quanto la GTT necessità di avere a disposizione dispositivi o pezzi di ricambio che permettano di essere sostituti qualora si manifestassero delle manomissioni o atti vandalici.

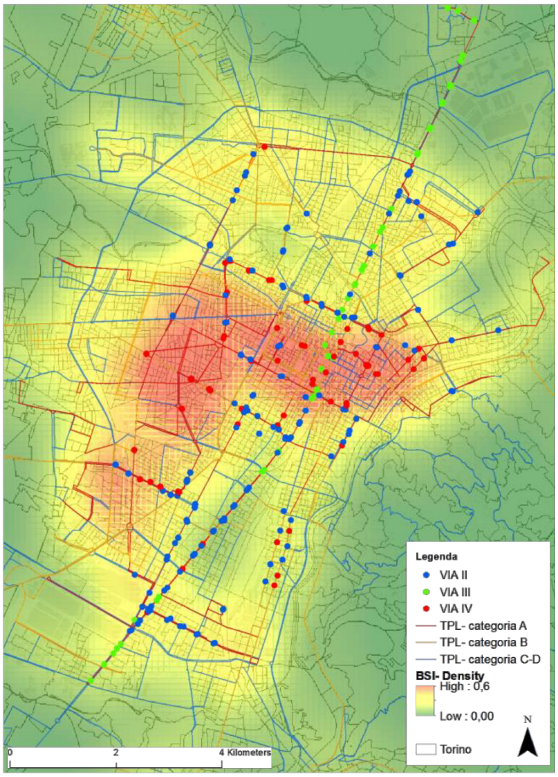
Fermata	Descrizione	VIA	BSI	Posizionare VIA-IV
64	V.GENOVA N.89	-	0,32	1
65	V.GENOVA / V.FINALMARINA	-	0,32	
258	C.RE UMBERTO N. 46	I	0,32	1
259	C.RE UMBERTO N.53	I	0,34	
317	C.ORBASSANO FRONTE V.MONTEZEMOLO	-	0,36	1
318	C.ORBASSANO / V.MONTEZEMOLO	-	0,35	
474	V.PO / V.ACCADEMIA ALBERTINA	-	0,29	1
475	V.PO FRONTE N 18	-	0,42	
476	V.PO / V.DELLE ROSINE	-	0,39	1
477	V.PO N 51 D	-	0,48	
619	C.PESCHIERA / V.S.PAOLO	-	0,31	1
621	C.PESCHIERA / V.OSASCO	-	0,32	
723	C.SEBASTOPOLI N.253	-	0,34	1
725	C.SEBASTOPOLI N 238 F	-	0,32	
1945	C.VITTORIO EM.II N 39	I	0,37	1
1946	C.VITTORIO EM.II N 48 H	I	0,38	
2006	C.MATTEOTTI / V.DONATI	I	0,30	1
2013	C.MATTEOTTI / V.VITTORIO AMEDEO II	I	0,31	
2391	C.PESCHIERA DOPO P.SABOTINO	-	0,37	1
877	C.PESCHIERA / P.SABOTINO	-	0,37	

Tabella 4.7- Elenco di fermate che verranno dotate di un solo VIA IV- (Tesi in Azienda 2018)

In definitiva, come ultima analisi vengono riportati nella mappa 4.5 lo stato di fatto e nella mappa 4.6 lo stato di progetto del piano di riorganizzazione di Visualizzatori di Informazioni di Arrivo in fermata in tempo reale. Questa rappresentazione infatti illustra che la riorganizzazione risulta migliore allo stato attuale, in quanto lo stato di progetto ha come obiettivo quello di completare il servizio offerto in alcune fermate sprovviste.



Mappa 4.5- Distribuzione dello stato attuale dei VIA, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)



Mappa 4.6- Distribuzione dello stato di progetto dei VIA, Kernel Density, Elaborato personalmente in Ambiente ArcGis (Tesi in Azienda 2018)

4.3 Ubicazione specifica dei Totem Informativi e relative verifiche

Nel progetto preliminare della riorganizzazione dell'informazione all'utenza sono stati analizzati parallelamente due processi che hanno come obiettivo comune quello di rafforzare nonché completare un servizio utile alle esigenze dei cittadini usufruitori del trasporto pubblico locale.

I VIA posizionati direttamente nelle fermate degli autobus hanno come l'obiettivo quello di completare e integrare il servizio laddove i fattori della domanda e dell'offerta del TPL potrebbero influenzare il soddisfacimento degli utenti.

I Totem informativi invece, sono stati introdotti come dei sistemi innovativi in grado di fornire una serie di informazioni non solo inerenti ai passaggi in tempo reale ma altresì informazioni aggiuntive con obiettivo di integrare i trasporti al contesto che circonda la Città. Oltre a diffondere informazioni di "area" (nel raggio di 83 m) questi monitor possono indicare le varie modalità di spostamento per raggiungere altri poli attrattivi e funzionali della'area torinese.

La fase è stata quella di individuare le 9 aree idonee per posizionare questi Totem utlizzando dei criteri di scelta non solo inenerenti al peso del BSI ma anche alle caratteristiche sociali e storico- culturali della città di Torino che influenzano la mobilità urbana.

Nel progetto preliminare le aree selezionate risultano essere le seguenti:

- Stazione ferroviaria Porta Nuova;
- Piazza Castello;
- Piazza XVIII Dicembre;
- Piazza Statuto;
- Piazza Vittorio Veneto;
- Piazza Sabotino;
- Piazza Giousè Carducci;
- Ospedale Mauriziano Umberto I;
- Ospedale Maria Vittoria.

Nel capitolo precedente è stato argomentato che non tutti i 9 Totem verranno posizionati esattamente nei pressi delle fermate del servizio TPL, bensì alcuni andranno collocati sulle banchine occupando cosi il suolo pubblico. Di conseguenza per procedere all'approvazione del progetto preliminare e quindi dirigersi verso un progetto esecutivo è stato opportuno consultare i regolamenti del comune di Torino in termini di occupazione del suolo pubblico.

Per tale ragione è stato necessario contattare il Comune di Torino, Direzione Risorse Finanziarie- Area Tributi e Catasto, *Serivizio Pubblicità e Suolo Pubblico,* e trasmettere ad essi la relazione descrittiva e il progetto illustrativo dei Totem al fine di ottenere informazioni utili per avviare il progetto. In data 5 ottobre 2017, di concerto con l'ufficio Servizi e Progetti Telematici della GTT, si è tenuto un incontro con l'ente interessato il quale ha fornito una serie di indicazioni utili per procedere verso il progetto definitivo di pianificazione degli impianti proposti e le descrizioni di tutte le loro particolarità in quanto verranno posizionati sul suolo pubblico.

Questi impianti infatti, sono dotati di una struttura in ferro e alluminio con base da fissare a terra tramite bulloni e per questo motivo si è dovuto analizzare e verificare tutte le loro caratteristiche strutturali. Dal punto di vista geometrico questi dispositivi sono realizzati con profili metallici di sezioni diversi e di uso comune. Inoltre, la progettazione esecutiva per essere conforme deve essere effettuata in base alla localizzazione geografica delle opere e dei parametri geologici/ geotecnici del sito.

Per tale ragione è stato opportuno effettuare dei sopralluoghi nei siti scelti al fine di sviluppare degli elaborati tecnici e delle analisi dettagliate e coerenti con il proseguimento dell'iter progettuale e richiedere nello specifico agli enti interessati, in una fase successiva, di approfondire gli aspetti tecnici ed amministrativi legati a:

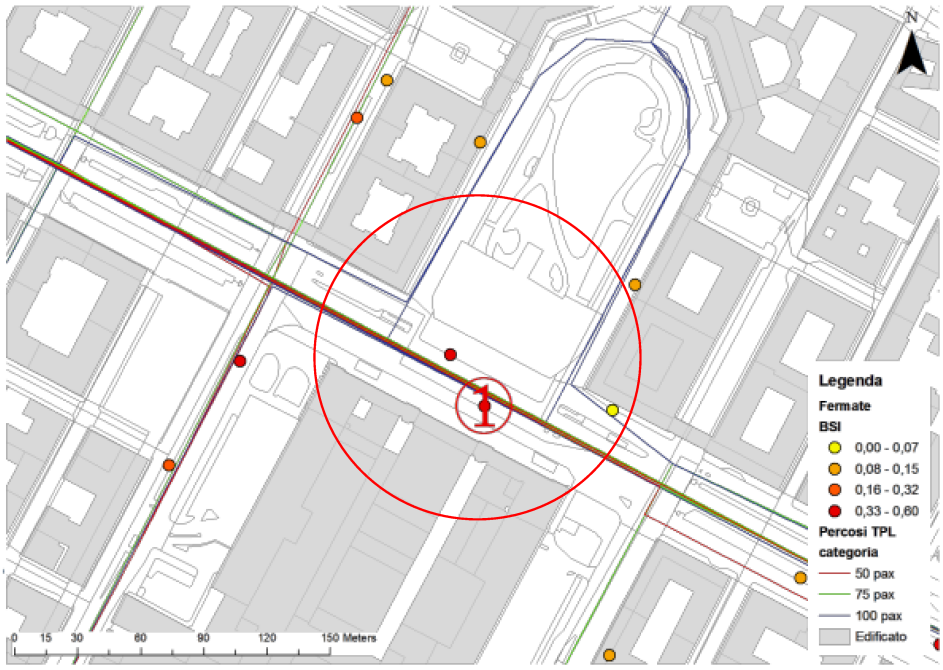
- la verifica dell'assenza o presenza di vincoli monumentali e paesaggistici all'ubicazione nei punti individuati da GTT sul territorio;
- l'autorizzazione dell'intervento di posa dei 9 Totem con occupazione sul suolo pubblico;
- la definizione di procedure e scadenze per l'avvio dei cantieri di posa dei plinti di fondazione.

Di seguito vengono spiegati dettagliatamente tutte le operazioni condotte per la realizzazione degli elaborati utili al fine di individuare la posizione ottimale dei 9 Totem sia in termini di installazione nel rispetto delle indicazioni fornite, sia in termini di efficacia relativa al loro funzionamento di offrire informazioni di "area".

La posizione definitiva del primo Totem è risultata funzionale in quanto è ipotizzata nell'area pedonale in prossimità alla fermata n. 39 della Stazione Ferroviaria Porta Nuova una delle fermate principali del trasporto pubblico locale con un BSI pari a 0,49 eppure attualmente sprovvista di informazione all'utenza. Quest'area, grazie alle sue caratteristiche funzionali, è considerata un polo di generazione e attrazione dei flussi, e per tale ragione presenta dei valori di BSI rilevanti. Infatti, la carta 4.1 illustra in modo esplicativo la posizione del monitor in funzione alla suddivisione del parametro nella suddivisione delle 4 classi in base alle soglie stabilite precedentemente (cfr. par. 4.2).

Questa suddivisione in 4 classi permette di individuare nella carta (4.1) la presenza di alcune fermate con un BSI compreso tra la soglia intermedia 0,15 e la soglia superiore 0,32. Perciò il Totem in questa posizione potrebbe sia trasmettere informazioni di “area” relative ai passaggi in tempo reale nel raggio di 83 m (come riportato nella carta), sia fornire informazioni aggiuntive come quelle riguardanti alla posizione dei monumenti storico- culturali della Città, consentendo cosi agli utenti di pianificare i propri spostamenti. Inoltre, per questioni di sicurezza in termini di attraversamento pedonale, si è deciso di mantenere la posizione attuale dei dispositivi VIA nelle fermate adicenti come la fermata n. 40 in corso Vittorio Emanuele II e la fermata n. 231 situata in via Sacchi che presentano altresì uno degli assi principali della rete TPL.

Sulla basse delle indicazioni fornite è stato opportuno consultare la normativa sugli immobili soggetti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i (Leggi n. 1089 del 1 giugno 1939 e n. 1497 del 20 giugno 1939 e s.m.i) al fine di elaborare un proggetto di massima conforme nel rispetto delle norme vigenti del Piano Regolatore Generale (1995). Infatti, nello stralcio della tavola allegata al PRG dei Beni Culturali e del Paesaggio (4.1) si illustra la presenza di vincoli che hanno valore indicativo e devono essere varifcati presso le rispettive Soprintendenze che hanno le funzioni di tutela, conservazione e valorizzazione dei beni immobili di nteresse storico e artistico.



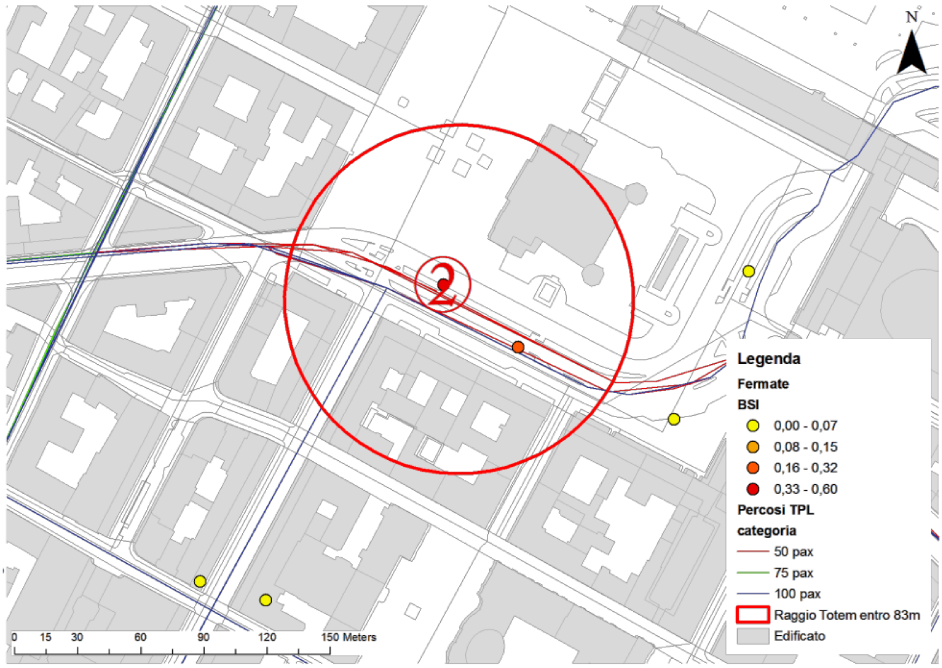
Carta 4.1- Ubicazione del Totem a Porta Nuova (Tesi in Azienda 2018)

Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.1- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Porta Nuova (PRG 1995)

È stato inoltre effettuato un sopralluogo al fine di definire nel dettaglio le procedure per l'installazione e posa in opera del Totem Informativo. Una rotella metrica ha permesso di misurare tutte le distanze dalla posizione ipotizzata del monitor rispetto ai chiusini presenti sulla superficie circostante. Questa procedura è stata utile per conoscere la presenza dei sottoservizi nell'area oggetto di studio in modo tale da ipotizzare un percoso minimo dei cavi di alimentazione alla presa elettrica (per esempio "servizio semafori") al fine di contenere gli oneri di posa in opera (per dettagli si rimanda agli elaborati tecnici negli allegati).

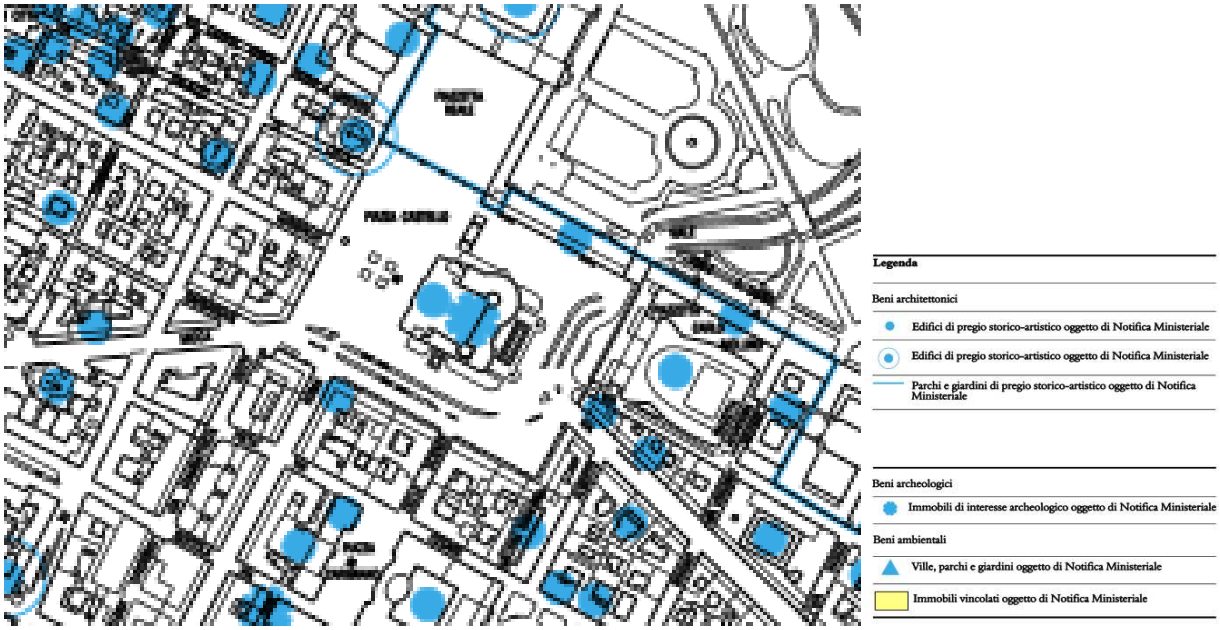
La seconda posizione definitiva è collocata direttamente sulla banchina della fermata n. 472 di Piazza Castello (direzione Porta Susa) la quale attualmente dispone di display di prima generazione. Le motivazioni di questa scelta sono molteplici; il primo motivo è relativo al peso notevole di BSI che è pari a 0,36 (carta 4.2) in quanto in questa fermata transitano le 2 linee tranviarie princiapli del TPL (linee 13 e 15). A causa dello spegnimento totale dei VIA I che sono presenti sia nella fermata suddetta sia alla fermata di fronte, n. 471, questa posizione potrebbe risultare ottimale in quanto un solo Totem potrebbe diffondere informazioni per entrambe e questo faciliterebbe gli utenti nel pianificare i loro spostamenti.

Analogamente all'area di Porta Nuova, anche Piazza Castello, oltre ad essere uno dei poli attrattivi dal punto di vista funzionale, essendo situata nel centro della Città, è anche un'attrazione per il flusso dei turisti. Per tale ragione il Totem potrebbe fornire informazioni su come raggiungere, tramite l'utilizzo del trasporto pubblico, un luogo storico- monumentale di Torino come per esempio La Mole Antonelliana.



Carta 4.2- Ubicazione del Totem in Piazza Castello (Tesi in Azienda 2018)

Per quanto concerne il D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i, l'area interessata dal Totem non presenta alcun tipo di vincolo (Stralcio PRG 4.2), solo il complesso architettonico di Palazzo Madama è sottoposto al vincolo di Beni Architettonici e Beni Archeologici, quindi, per tale ragione non si ha la necessità di verifica e approvazione da parte delle Soprintendenze.



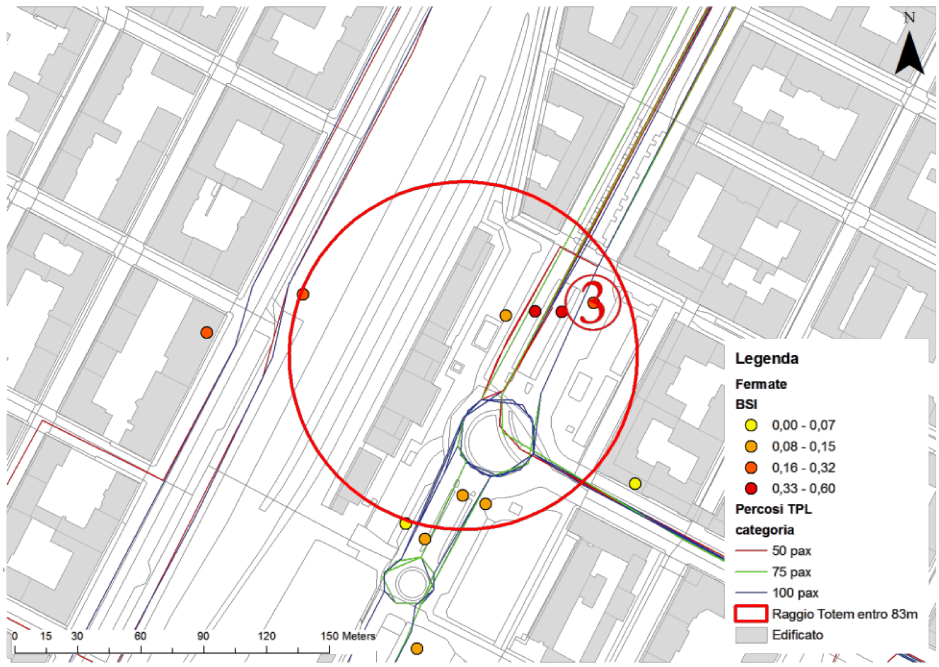
Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.2- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Piazza Castello (PRG 1995)

Considerato l'ingombro planimetrico del Totem, se posizionato direttamente alla fermata potrebbe non garantire la larghezza minima per l'accessibilità alle persone diversamente abili, fissata per legge a 90 cm (articolo 4, comma 1.11, D.M. 236/89). In fase di sopralluogo effettuato, la larghezza della banchina è risultata pari a circa 350 cm e di conseguenza non ostacolerebbe nessun tipo di accessibilità in quanto le misure della base del Totem sono [mm] 600x626,6. Inoltre, si potrebbero minimizzare i costi di posa in opera in quanto a distanza di circa 100 cm si ha la presenza della palina SOS gestita direttamente dalla GTT (allegati).

La posizione del terzo Totem è nei pressi della fermata XVIII Dicembre come illustrata nella carta 4.3; esso verrà ubicato direttamente sulla banchina all'uscita dell'ascensore della matropolitana ed è risultata ottimale in quanto potrebbe fornire informazioni simultanemante relative alle quattro fermate principali di quell'area. La scelta di questa collocazione comporterebbe di mantere i VIA II attuali, anche per le questioni di sicurezza nell'attraversamento pedonale, nelle fermate 27, 1411 e 1298 e di sostituire quello della fermata 28 con un VIA IV in quanto presenta un BSI pari a 0,45, grazie anche al transito di diverse linee di categoria A e B.

Poiché l'area presenta flussi di traffico sia interno che esterno data la presenza della Stazione Ferroviaria Porta Susa, i terminal dei servizi aereoportuali nonché alcuni capolinea del servizio GTT, il Totem potrebbe trasmettere una serie di informazioni di "area" offrendo un servizio efficiente agli utenti e ai cittadini in generale.

L’area interessata non è sottoposta ad alcun vincolo di interesse culturale ed architettonico (Stralcio PRG 4.3), di conseguenza non sono necessarie verifiche da parte degli enti interessati.



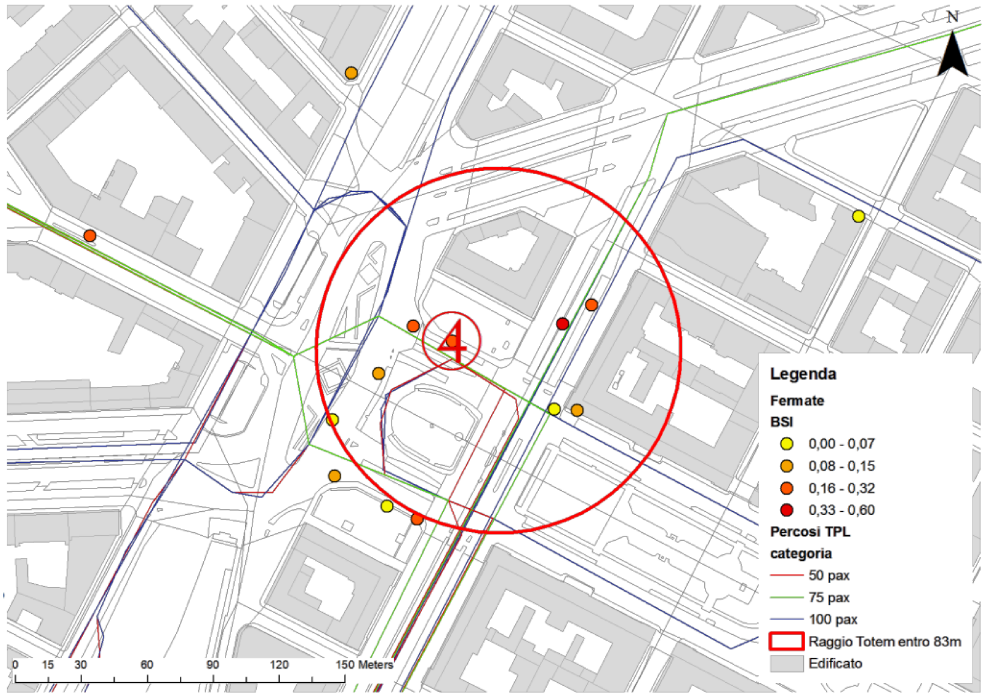
Carta 4.3- Ubicazione del Totem in Piazza XVIII Dicembre (Tesi in Azienda 2018)

Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.3- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Piazza XVIII Dicembre (PRG 1995)

La posizione attuale definita, inoltre, non produrrà nessun tipo di ostacolo alla circolazione pedonale e l'alimentazione elettrica potrà essere reperibile direttamente dalla stazione metropolitana, al fine di minimazzare i costi.

È stato scelto di collocare il quarto Totem nei pressi di Piazza Statuto a pochi metri dalla fermata XVIII Dicembre, trattandosi di un'altra zona centrale caratterizzata da elevati flussi relativi al trasporto sia pubblico che privato.

Dalla carta 4.4 si può notare una quantità signifcante di fermate che presentano diversi livelli di BSI pertanto la scelta dell'area potrebbe risultare funzionale grazie alla capacità del Totem di trasmettere informazioni relative a più paline nel raggio di 83m e contribuirebbe altresì, al recupero dei VIA II nelle fermate n. 466, 3348 e 3447. Analogamente al caso precedente, anche quest'area non è sottoposta a nessun Vincolo (Stralcio PRG 4.4).



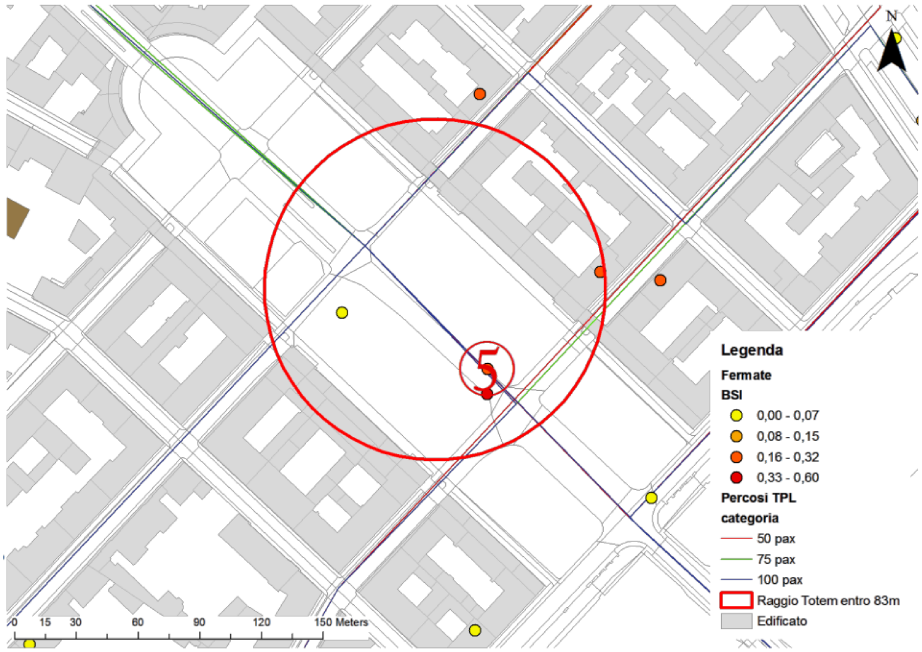
Carta 4.4- Ubicazione del Totem in Piazza Statuto (Tesi in Azienda 2018)

Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.4- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Piazza Statuto (PRG 1995)

La collocazione sul marciapiede nei pressi della fermata n. 466 non provocherà alcun tipo di intralcio al transito dei pedoni grazie alla larghezza di quest'ultimo (vedi allegato) ed è possibile ipotizzare una allacciatura alla presa elettrica dei sottoservizi presenti (esempio servizio semafori).

Per quanto concerne, invece, la posizione ipotizzata nei pressi di Piazza Vittorio Veneto, precisamente nella fermata n. 479 (Carta 4.5), sebbene presentasse un BSI pari a circa 0,31 attualmente è sprovvista del servizio di informazione sugli arrivi in tempo reale. La prima motivazione infatti ricade sul peso del parametro in quanto la Piazza è attraversata perpendicolarmente da via Vanchiglia dove transita la linea tranviaria 15 e da via Eusebio Bava dove circola la linea 16. Queste due linee, oltre ad essere come categoria A, transitano anche in quelle fermate (n. 563 e 635 in prossimità di Piazza Vittorio) dove il BSI ricade nella soglia superiore (0,16- 0,32).

Nella proposta preliminare della Tesi di Laurea Magistrale di Luca Bellini (2015), la posizione del Totem era pensata in prossimità dei portici del lato nord della piazza, dove avvengono i principali flussi pedonali. Piazza Vittorio Veneto, una delle piazze più grandi dell'Europa, è vincolata dal Codice dei Beni Culturali come un Bene Storico- Architettonico ed è oggetto di Notifica Ministeriale (Stralcio PRG 4.5), per questo motivo la posizione ipotizzata in questo elaborato è quello di collocare il monitr nella fermata dove non vige alcun vincolo.

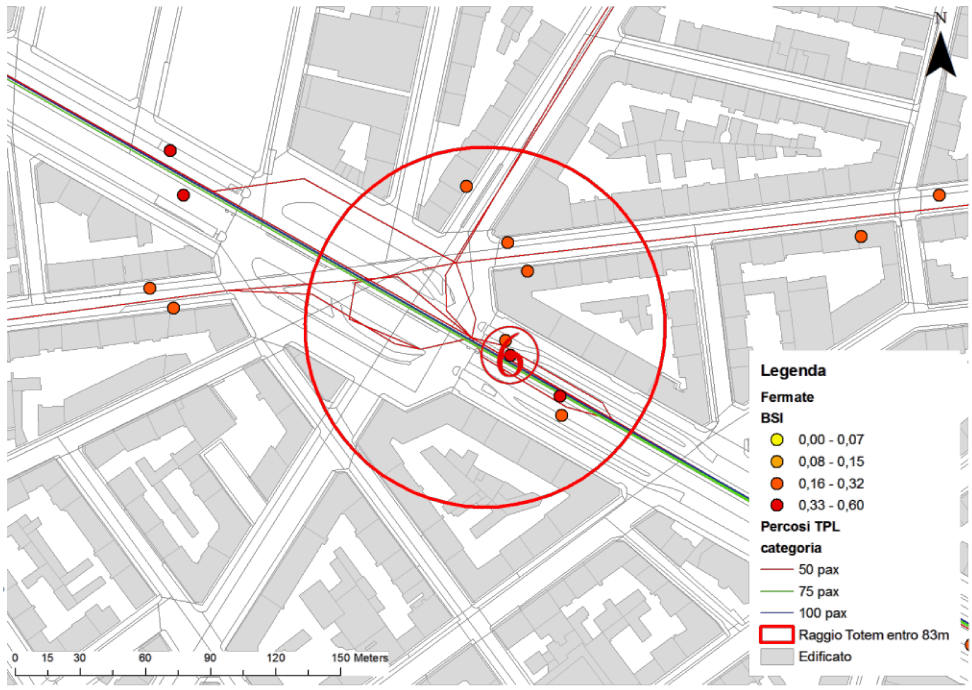


Carta 4.5- Ubicazione del Totem in Piazza Vittorio Veneto (Tesi in Azienda 2018)

Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.5- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Piazza Vittorio Veneto (PRG 1995)

In alternativa alla posizione individuata da Bellini è stato proposto il posizionamento del Totem nei pressi della fermata n.478 in quanto l'ingombro planimentrico del Totem potrà non garantire la larghezza minima per i diversamente abili (90cm) siccome la larghezza della banchina è di circa 300cm. L'alimentazione elttrica, invece, si trova in un raggio di circa 50 metri, all'uscita del parcheggio sotteraneo situato nell'area.

Il nodo di Piazza Sabotino è stato studiato per collocare il sesto Totem direttamente alla fermata n. 3447 (Carta 4.6), avente un BSI pari a circa 0,33. La fermata in questione, capolinea della linea tranviaria 16, è attulamente servita da VIA di seconda generazione. La posizione del Totem contribuirà sia alla rimozione del VIA, che potrà essere riposizionati altrove, sia trasmettere informazioni sugli arrivi anche alle fermate n. 2391 e n. 2392, che presentano rispettivamente un BSI di 0,37 e 0,28, attualmente sprovviste di tale servizio. È stato inoltre verificato che l'area studiata non è soggetta al vincolo espresso dal D.Lgs. n. 42/2004 come riportato nello stralcio n°4.6.



Carta 4.6- Ubicazione del Totem in Piazza Sabotino (Tesi in Azienda 2018)

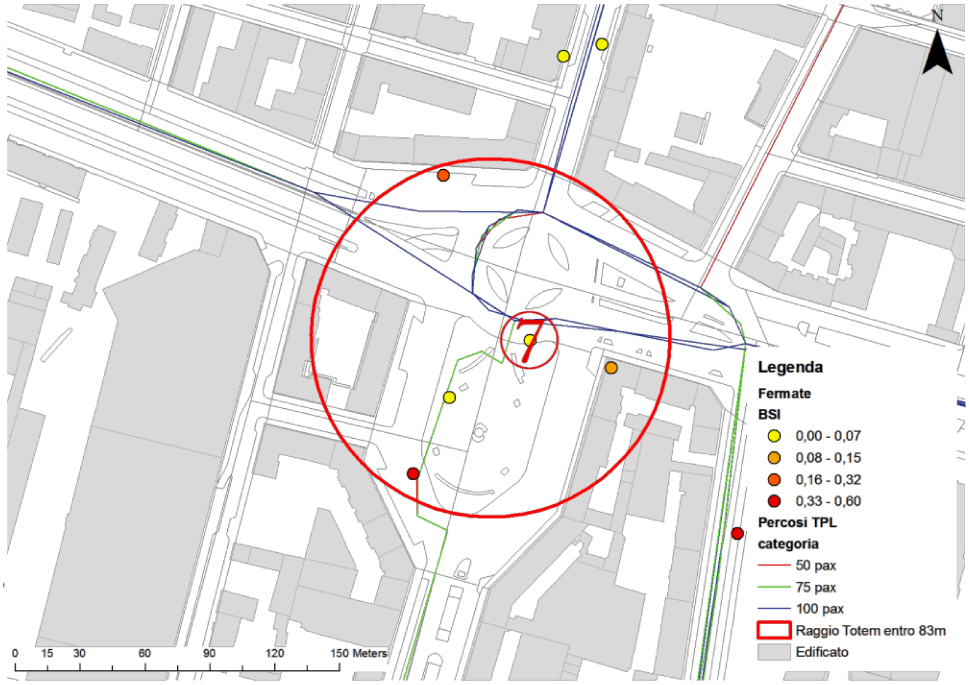
Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.6- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Piazza Sabotino (PRG 1995)

Un vantaggio di quest'area è dovuto alla presenza di un quadro elettrico della GTT a 100cm di distanza dal Totem, che ha la funzione di alimentare la corrente elettica e potrà risultare una soluzione per allacciare la presa del Totem al fine di minimizzare gli oneri di posa in opera.

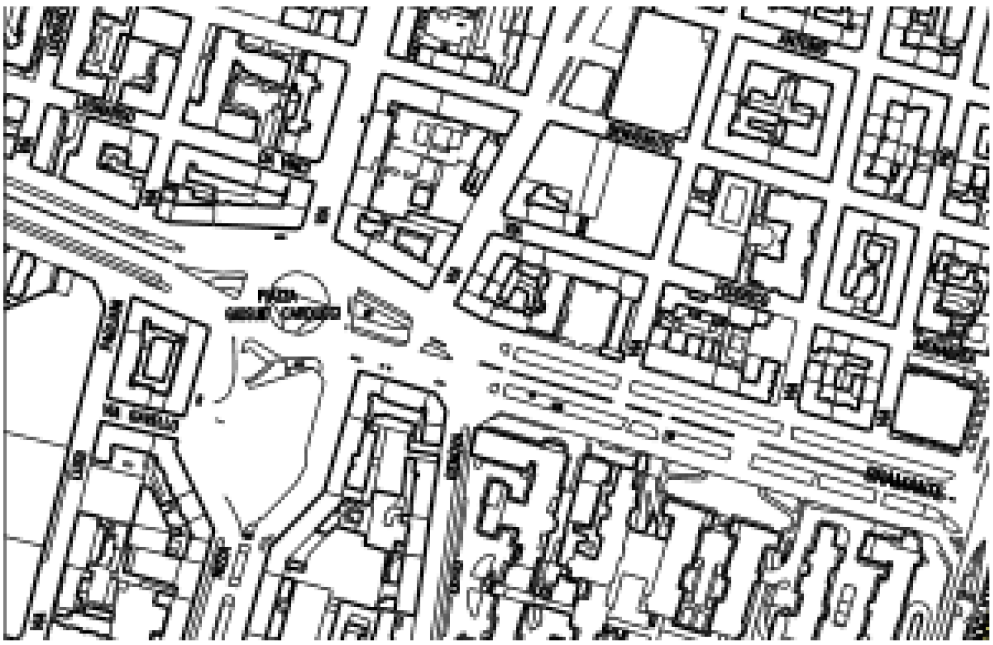
Il settimo Totem verrà posizionato in Piazza Giousè Carducci sul lato ovest, direttamente all'uscita della metropolitana (Carta 4.7). Quest'area è influenzata sia dai flussi delle linee di categoria B e da quelli di categoria C-D che effettuano anche il servizio extraurbano. Oltre alle informazioni reperibili dagli schermi informativi installati direttamente all'ingresso della metro, questa zona attualmente non dispone di alcun display. L'unica fermata munito, di una VIA II è la n. 740 situata in una posizione parallela rispetto all'uscita della metropolitana e per ragioni di accessibilità in termini di sicurezza nell'attraversamento pedonale si è scelto di mantere la posizione attuale del display informativo.

Successivamente al sopralluogo si è deciso di modificare la scelta preliminare e di posizionare il Totem nella parte est della Piazza, sempre all'uscita dalla metropolitana. Questa scelta è stata presa principalmente per due motivi, uno grazie alla presenza del quadro elettrico della GTT a 1035 cm (circa 10 metri) dalla posizione del monitor da cui potrebbe sfruttare l'allacciamento elettrico. La seconda motivazione risiede nell'intento di minimizzare il disturbo causato dell'ingombro planimetrico, in quanto la posizione è collocata al margine del ciglio del marciapiede rialzato, riducendo quindi l'intralcio al flusso

pedonale. Anche ques'area non è vincolata dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (Stralcio PRG 4.7).



Carta 4.7- Ubicazione del Totem in Piazza Giousè Carducci (Tesi in Azienda 2018)



Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.7- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Piazza Giousè Carducci (PRG 1995)

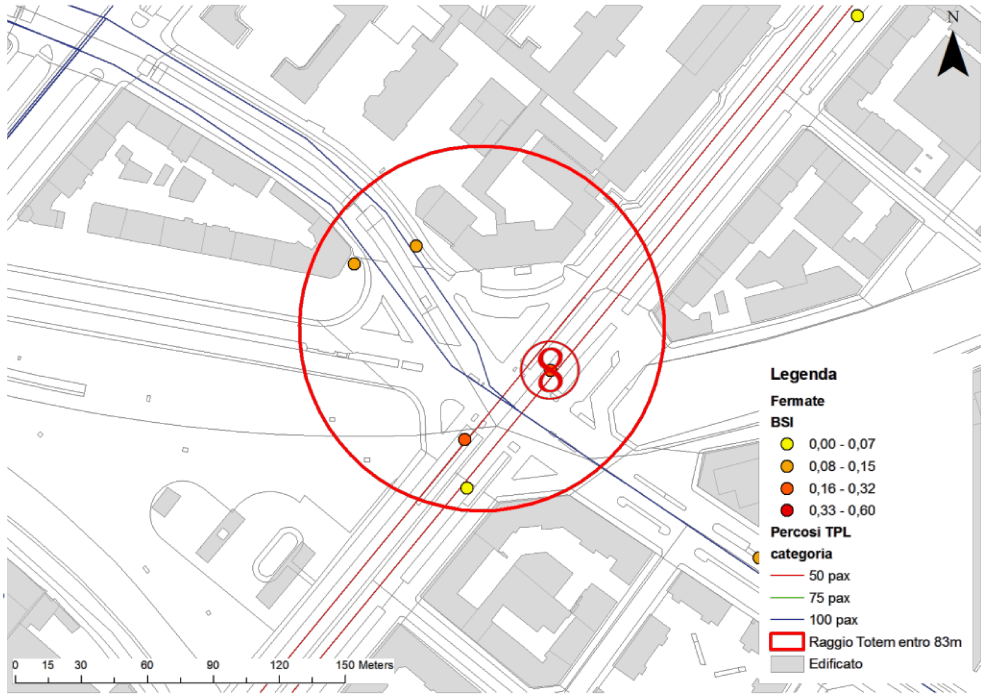
Gli ultimi due Totem verranno localizzati rispettivamente nei pressi dell'Ospedale Mauriziano Umberto I e dell'Ospedale Maria Vittoria. Questa scelta è dovuta al carattere sociale che questi due poli rivestono è di conseguenza i criteri non sono stati stabiliti solo in base al parametro BSI.

Per quanto riguardo il primo polo, Ospedale Mauriziano (Carta 4.8), all fermata n. 2523 transita una delle linee strategiche del TPL (linea 4) e il parametro BSI presenta un valore notevole, di circa 0,18, compreso nella classe soglia superiore. La fermata in questione è attualemente munita di un VIA di terza generazione e per ragioni strutturali si è deciso di non rimuoverlo. La posizione esatta del Totem ricaderà nell'area pedonale davanti all'ingresso di entrata e di uscita dell'ospedale. Questa collocazione è risultata idonea grazie anche alla presenza del quadro elettrico della GTT a cui è possibile attaccare la presa del monitor.

Ragionamento analogo è stato eseguito per il posizionamento del Totem all'ingresso dell'ospedale Maria Vittoria (Carta 4.9). Questa posizione è risultata ottimale in quanto a pochi passi dalla struttura ospedaliera circola la linea tranviaria 13 (fermata n. 458) che attualmente non dispone di alcun servizio di informazione all'utenza. La scelta di collocare il Totem all'ingresso dell'Ospedale consente di diffondere informazioni in tempo reale sui passaggi dei mezzi transitanti in quell'area e non crea nessun tipo di ingombro planimetrico in quanto la posizione ipotizzata è ai margini del ciglio del marciapiede.

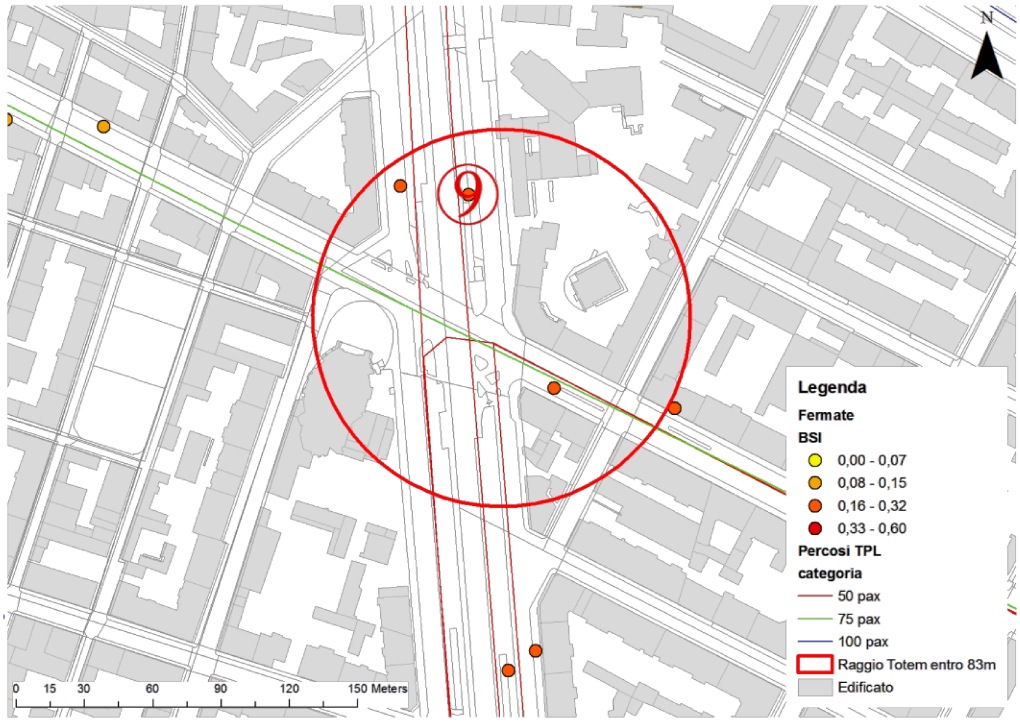
Inoltre, è possibile usufruire a distanza di 2000cm dalla cabina elettrica della GTT subito dopo l'attraversamento pedonale. Se i costi di posa in opera o di scavo non saranno contenuti a causa della distanza rilevata, l'alternativa è quella di allacciare il Totem alla presa elettrica di servizi semafori a distanza di 800cm (8 metri).

Infine, entrambe le aree individuate non sono soggette al vincolo del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (Stralcio PRG 4.8, 4.9).



Carta 4.8- Ubicazione del Totem nei pressi dell'Ospedale Mauriziano Umbero I (Tesi in Azienda 2018)

Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.8- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Ospedale Mauriziano Umbero I (PRG 1995)



Carta 4.9- Ubicazione del Totem nei pressi dell'Ospedale Maria Vittoria (Tesi in Azienda 2018)

Stralcio allegati tecnici (n.14) 4.9- immobili soggeti a vincolo ai sensi del D.Lgs. n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i,Ospedale Maria Vittoria (PRG 1995)

Come spiegato all'inizio del paragrafo, la struttura di questi Totem è in ferro ed alluminio, con base da fissare a terra tramite bulloni. Dalle cartografie elaborate si dichiara che non tutti 9 monitor saranno necessariamente ubicate nelle fermate del TPL ma bensì sulle aree cittadine occupando cosi il suolo pubblico.

L'occupazione del suolo pubblico avviene tramite alcuni regolamenti comunali che dovranno essere rispettati al fine del rilascio delle autorizzazioni. Per tale ragione il regolamento comunale detta due tipi di occupazione (C.O.S.A.P, Art. 4- *Tipi di occupazione*):

> *a) "…(i)… sono considerate permanenti le occupazioni concesse a tempo indeterminato di carattere precario. Qualora siano collegate ad un titolo edilizio, vengono preventivamente approvate con deliberazione della Giunta Comunale…(i)…"*
> *b) "…(ii)… sono considerate temporanee le occupazioni concesse con scadenza certa, non superiore all'anno, o per le quali sussiste l'obbligo alla richiesta del rinnovo periodico…(ii)…".*

Sulla base di questo Articolo e in base alle caratteristiche del Totem che per essere ubicato richiede dei lavori di scavo per i plinti di fondazione, si evince che questi dispositivi sono classificati come occupazione di suolo permanente. Inoltre, lo stesso regolamento detta nell'Art. 56 (*Occupazione per l'erogazione dei pubblici servizi***):**

> [1]. *"…(iii)… Le occupazioni permanenti del territorio comunale realizzate con cavi, condutture, impianti o con qualsiasi altro manufatto da aziende di erogazione di pubblici servizi…[…]… sono soggette a concessione di occupazione suolo pubblico…(iii)…".*

I sopralluoghi effettuati hanno permesso di studiare nel dettaglio le particolarità delle aree in esame e di individuare i sottoservizi sia per questioni di allacciamento sia per non creare delle manomissioni. Inoltre, sulla base delle indicazioni fornite dall'ente comunale, sarà necessario organizzare una Conferenza di Servizi per indirizzare il progetto preliminare verso quello definitivo al fine di renderlo esecutivo nel rispetto dei regolamenti.

La Conferenza di Serivizi è uno strumento di semplificazione dell'attività amministrativa che riguarda gli aspetti organizzativi dell'esercizio dell'azione (Legge n. 241/1990 s.m.i). La normativa dispone che qualora sia opportuno effettuare un esame contestuale di una pluralità di interessi pubblici coinvolti in un procedimento amministrativo, in questo caso gli Enti dei sottoservizi, l'amministrazione procedente convochi la Conferenza anche su richiesta dell'interessato (GTT) alla quale partecipano tutti i rappresentanti degli enti coinvolti (Guide al Diritto Amministrativo,*Diritto Urbanistico e dei Lavori Pubblici*, la Conferenza di Servizi, 2007). Per tale ragione, per avviare un progetto esecutivo da parte di

un’ Azienda Pubblica al fine di essere approvato da tutti gli Enti interessati, di norma si deve avviare la Conferenza di Servizi di concerto con il comune di Torino con l’obiettivo di rispettare le normative vigenti. Inoltre nelle procedure di realizzazione di opere e/o servizi di interesse pubblico, la Conferenza si esprime sul progetto preliminare al fine di indicare le condizioni necessarie per ottenere assensi sul progetto definitivo.

Questi elaborati tecnici preliminari realizzati hanno quindi lo scopo di avviare la Conferenza, ma attualmente a causa dei problemi gestionali da parte dell’ente interessato e di altri enti coinvolti il progetto esecutivo non è stato ancora avviato.

Conclusioni

La tesi contribuisce a migliorare il servizio di informazione in fermata, nonché ad elaborare valutazioni utili sul livello di esercizio offerto utilizzando i dati immagazzinati dal sistema di monitoraggio dell'azienda .

Nella fase iniziale dell'elaborato è stato possibile trattare temi fondamentali sul funzionamento dei sistemi ITS che hanno indirizzato i sistemi di trasporto verso un'integrazione nelle funzioni di monitoraggio e gestione della flotta. I sistemi AVM e AVL, come già argomentato, svolgono funzioni fondamentali come trasmissione dati e localizzazione in tempo reale, alla base della corretta gestione delle flotte. Lo studio approfondito, infatti, ha permesso di apprendere l'esercizio dell'azienda Gruppo Torinese Trasporti (GTT) svolto dai Sistemi Informativi di Servizio (SIS) che ha queste funzioni.

Si sono approfonditi veri studi relativi a diverse realtà dove grazie all'integrazione degli ITS è stato possibile ottenere tanti benefici attesi nel complesso del sistema dei trasporti. Un esempio è quello relativa gli UTC che hanno lo scopo di rilevare il traffico e conoscere le cause e gli effetti che esso provoca; un altro esempio sono i sistemi ATIS, cui la funzione di trasmettere informazioni in tempo reale potrebbe aumentare il grado di soddisfazione degli utenti grazie alla percezione della riduzione del tempo di attessa alle fermate.

Come già detto l'obiettivo princiaple di questo lavoro è quello di migliorare e rendere efficace il sistema di informazione all'utenza aziendale. A tale scopo sono state analizzate tutte le fermate urbane della rete GTT tramite il Bus Index Stop la cui formulazione si basa sulla domanda e sull'offerta del TPL. La funzione principale del parametro è stata quello di contribuire ad organizzare un piano di riposizionamento dei VIA attuali e quelli di quarta generazione e l'introddure un sistema di informazione innovativo (Totem)al fine di aumentare e completare il servizio sia nelle fermate più utilizzate dagli utenti sia nei punti strategici e funzionali della Città.

Il primo obiettivo quindi si occupa di un piano di riorganizzazione dell'informazione in fermata con i display VIA dove il modello di scelta è basato sull'elemento "fermata" , definendo alcune categorie di fermata in base alla loro importanza, essenzialmente in funzione del BSI che tiene conto, lato domanda, dell'affluenza di utenti grazie anche alle statistiche condotte sui report delle validazione e del numero e frequenza delle linee transitanti (curva cumulata).

Un primo ragionamento verte sull'aggregazione di fermate in tre categorie a basso, medio ed alto BSI. Questa logica non sempre è stata presa in considerazione per la riorganizzazione dei VIA in quanto ci sono alcune fermate che pur presentando un BSI medio- basso necessitano comunque della presenza di

tali dispositivi. Inoltre, con il processo dell'internalizzazione dell'informazione da parte della GTT, si procederà con lo spegnimento dei VIA di prima generazione gestiti dalla società 5T. Per tale ragione, essendo circa 160 le fermate munite di VIA I, alcuni di essi andranno completamente spenti mentre, mentre gli andranno sostituiti dai VIA di II e/o di IV generazione. È stato inoltre tenuto conto dei poli che possiedono una rilevanza sociale come per esempio le strutture ospedaliere della città che possono influenzare la mobilità locale.

Questi criteri infatti hanno permesso di effettuare sia delle scelte razionali che funzionali in una logica di rafforzare il sistema di informazione al fine di offrire un servizio migliore a quello attuale. Tale progetto intende contribuire ed incentivare gli utenti ad utilizzare in modo constante il trasporto pubblico con la possibilità di pianificare e/o modificare le loro abitudini negli spostamenti.

Inoltre, per legge (Art. 40 DPR 207/2010), al fine di elaborare un progetto esecutivo come quello di riorganizzazione dei VIA, è essenziale l'elaborazione del cronoprogramma delle lavorazioni, composta da un diagramma nominato GANTT che rappresenta graficamente la pianificazione delle lavorazioni dal punto di vista della sequenza logica e dei tempi.
L'inizio dei lavori è stato suddiviso in 3 fasi:

- posizionamento VIA IV;
- spostamento VIA II;
- posizionamento VIA II in fermate VIA I.

per quanto riguarda i tempi di realizzazione di quanto prospettato per la riorganizzazione dell'informazione ad utenza tramite VIA, inizialmente i lavori dovevano partire il 27 novembre 2017 con il posizionamento dei display di ultima generazione VIA IV. L'idea di base era quella di posizionare 4 VIA in 2 giorni per un totale di 56 display in 50 giorni lavorativi. Lo stesso ragionamento era stato effettuato anche per i VIA II per i quali i lavori sarebbero dovuti iniziare in modo sequenziale, a partire da 5 febbraio 2018 per un totale di 54 giorni lavorativi. Inoltre per quanto concerne il loro posizionamento nelle fermate dei VIA I i lavori sarebbero dovuti iniziare l'8 febbraio del 2018 per un totale di 37 giorni.
Di seguito viene illustrato uno stralcio del diagramma Gantt (Figura 5.1) inerente ai VIA IV, anche se purtroppo per motivi gestionali i lavori non sono ancora stati avviati.

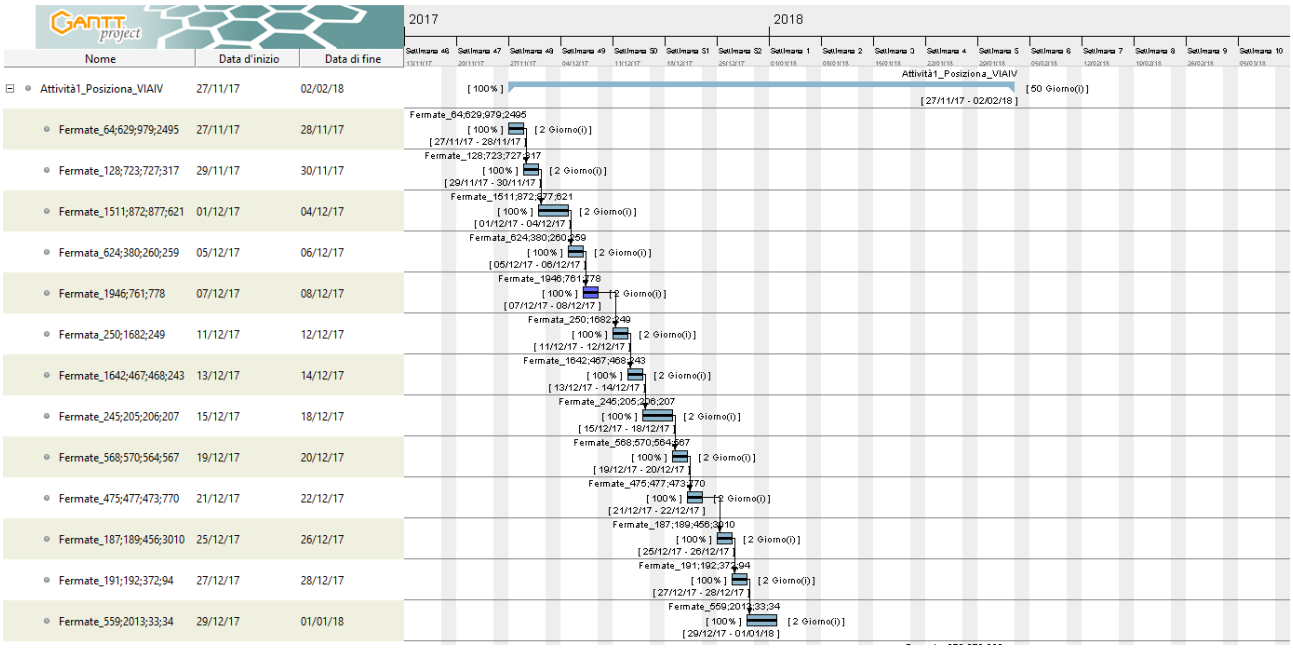


Figura 5.1- Stralcio del diagramma GANTT, posizionamento dei VIA IV, inizio lavori 27-11-2017 (Tesi in Azienda 2018)

Il secondo obiettivo invece è inerente alla scelta definitiva e funzionale della posizione dei Totem informativi. Lo scopo del progetto consiste nell'installare questi monitor informativi nei principali nodi della città, potenziando così il sistema di informazione all'utenza a livello areale. L'obiettivo è infatti quello di fornire informazioni "di area" e non solo su una singola fermata in modo tale da riassumere i dati informativi sul servizio, come informazioni sull'orario di passaggio dei mezzi presso un numero variabile di fermate raggiungibili rapidamente a piedi dagli utenti.

Anche in questo caso la scelta è stata effettuata anche in base al parametro BSI ma sono stati presi in considerazione anche altri criteri in base ad un approccio di carattere oggettivo ed integrato:

- posizione baricentrica rispetto alle fermate ad alto BSI (> 0,32);
- posizione funzionale per principali flussi pedonali dell'area;
- massimizzazione delle combinazioni di linea e direzione entro 83 metri dal totem (percorsi da un pedone in 1 minuto assumendo una velocità di 5 km/h);
- aree a medio BSI ed alta importanza sociale (aziende ospedaliere);
- percorsi pedonali di area in termini di lunghezza e sicurezza;
- minimizzazione della distanza dal punto di alimentazione elettrica al fine di contenere il costo di posa in opera.

Tali dispositivi, oltre a fornire informazioni di area, permettono anche di evitare l'installazione di nuovi VIA (Visualizzatori informazioni in fermata) che potrebbero risultare ridondanti o in altri casi recupero e/o riposizionamento dei VIA sostituiti dai Totem. Inoltre l'utilizzo di questi potrebbe superare il concetto di singola fermata, fornendo all'utente delle informazioni sui passaggi in tempo reale e una sintetica informazione panoramica sugli elementi caratterizzanti della Città.

L'elaborazione del progetto di riorganizzazione dell'informazione in fermata prevede quindi anche l'installazione di 9 Totem informativi di cui alcuni di questi display saranno da posare fuori dalle fermate GTT. Questo ha portato ad effettuare ulteriori analisi per trattare le questioni amministrative e burocratiche nell'ambiente urbano.

In definitiva l'obiettivo di questo piano di riorganizzazione consiste nel miglioramento dell'offerta del trasporto pubblico locale grazie ad una migliore informazione all'utenza. La capacità di collaborare con i cittadini e renderli utenti attivi potrebbe incentivarli ad utilizzare sempre di più il mezzo pubblico. Avere informazioni in tempo reale riduce il tempo di attesa percepito e aiuta sia a pianificare i propri spostamenti e sia a cambiare le proprie scelte, solitamente frutto di abitudini consolidate.

Bibliografia:

A.A.V.V., *Real-time Bus Arrival Information Systems Return-on-Investment Study Final Report*, U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration, USA, 2006

A.A.V.V., TCRP *Synthesis 48, Real-Time Bus Arrival Information Systems*: A Synthesis of Transit Practice", Transit Cooperative Research Program, 2003

AA. VV., *Public transport fleet management*, Progetto UE "STADIUM: ITS for large events", http://www.largevents.eu

AESYS S.P.A, Monitoraggio, localizzazione e certificazione del servizio, *Sistema AVM/AVL*, 2012

Alessandro Crosetti, Aristide Police, Mario R. Spasiano, Guide al Diritto Amministrativo*"Diritto Urbanistico e dei Lavori Pubblici",* Torino Ottobre 2007

Alessandro Crosetti, Armando Giuffrida, "*Lineamenti di Diritto Amministrativo*", Torino Settembre2009

Architetture Telematica Italiana per il Sistema dei Trasporti, ARTIST, *Sistemi ITS, Stato dell'Arte, come emerso dal X Congresso Mondiale di Madrid*, Novembre 2003

Associazione per la telematica per i trasporti e la sicurezza , TTS Italia, *Il Mercato dei Sistemi Intelligenti di Trasporto in Italia*: *Quadro Attuale e Prospettive*, Luglio 2016

Associazione per la telematica per i trasporti e la sicurezza ,TTS Italia , *I Sistemi ITS: proposte per una nuova mobilità del Paese*, Dicembre 2007

Associazione per la telematica per i trasporti e la sicurezza ,TTS Italia, Osservazione delle Telematica per i trasporti, *"Indagine sui Sistemi ITS nelle Aziende di Trasporto Pubblico Locale*", Dicembre 2003

Associazione Trasporti, ASSTRA, *Quaderno per la diffusione e integrazione dei sistemi ITS nel TPL e nella Mobilità*, Edizione ottobre 2012

BELLINI Luca, *Passengers information system at bus stops: an integrated methodology to localize and prioritizie the interventions*, Politecnico di Torino, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile,2016

CHORUS Caspar G., MOLIN Eric J., VAN WEE Bert, *Use and Effects of Advanced Traveller Information Services (ATIS): A Review of the Literature*

Città di Torino, Gruppo Torinese Trasporti GTT, *Carta della Mobilità*, 2016

Città di Torino, GTT, 5T, *Servizi per la Gestione Integrata della Mobilità e dell'Iinfomobilità*- Schema di Contratto di Servizio 2016-2021, Allegato B

Città di Torino, *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile PUMS*, Allegato 1, Relazione Illustrativa, Maggio 2010

Città di Torino, Servizio Centrale Consiglio Comunale, *Regolamento C.O.S.A.P. Canone di Occupazione Spazi ed Aree* Pubbliche, adottato a norma dell'articolo 52 del D.Lgs. 15 dicembre 1997 n. 446

Commissione Europea, Libro Bianco , *La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte* , Lussemburgo, 2001, http://europa.eu.int

Commissione Europea, Libro Bianco , *Mantenere l'Europa in movimento, mobilità sostenibile per il nostro continente* ,2006, http://europa.eu.int

Commissione Europea, Libro Bianco 2011 ed eSafety Forum, http://europa.eu.int

Commissione Europea, Libro Bianco, *Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti, per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile* , Bruxelles, 28.3.2011, http://europa.eu.int

Commissione Europea, Libro Verde, *Verso una nuova cultura della mobilità urbana*, Bruxelles, 2007, http://europa.eu.int

Comune di Torino, Urban Center, Conferenza Stampa*, Rete di Trasporto Pubblico: Analisi della Domanda (BIP), Interventi sull'Offerta e sulla Velocità Commerciale*, Torino, 24 Ottobre 2017

DZIEKAN Katrin, KOTTENHOFF Karl*, Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers, Transportation & Logistics*, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm (S), 2006

European Commission DG MOVE, "*Intelligent Transport Systems in action: Action Plan and Legal Framework for the Deployment of Intelligent Transport Systems (ITS) in Europe*", 2011.

EUROPEAN COMMISSION, DG RESEARCH, STADIUM, *Smart Transport Applications Designed for large events with impacts on Urban Mobility*, May 2011

FERRIS Brian, WITKINS Kari, BORNING Alan, OneBusAway: *Results from Providing Real-Time Arrival Information for Public Transit*, Atlanta (Georgia, USA), 2010

GLOCUS, TRASPORTI 2.0: *l'innovazione per migliorare l'efficienza e la qualità del trasporto delle merci e delle persone*, Ottobre 2013

Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti, ISFORT, Quaderno RT n. 12, autori: Carlo Carminucci, Patrizia Malgieri, Massimo Procopio, *Trasporto Pubblico Locale in Italia e in Europa. Il Processo di una liberalizzazione: Bilancio di una Riforma*, Dicembre 2007

MATARAZZO Valerio, *Valutazione del servizio di trasporto pubblico esercito da GTT e riorganizzazione dell'informazione in fermata,* Politecnico di Torino, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile,2017

Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Libro CNIT*: Conto Nazione delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2015-2016*

Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, *Piano di Azione Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto (ITS)*, Febbraio 2014

MISHALANI Rabi G., McCORD Mark M., WIRZ John, *Passenger Wait Time Perceptions at Bus Stops: Empirical Results and Impact on Evaluating Real-Time Bus Arrival Information*, "Journal of Public Transportation", Volume 9, No.2, (2006), p. 89-106

Parlamento Europeo e il Consiglio dell'Unione Europea, *Direttiva 2010/40/UE*, sul quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto, 7 luglio 2010

Provincia di Firenze, Programma Elisa, Progetti S.I.MO.NE e WI-MOVE- *Fornitura di un Sistema di Supervisione del Traffico e di una Piattaforma di Infomobilità*- Capitolato Speciale d'Appalto- Allegato 6- "Specifiche Tecniche", 29 ottobre 2009

Provincia di Firenze, Programma Elisa, Progetto Infocity, "*Indagine sull'infomobilità: I Sistemi di Trasporto Intelligenti (ITS) negli Enti Pubblici*", Novembre 2012

Regione Piemonte, *Piano Regionale dell'Infomobilità*, Febbraio 2008

Torino Regione Piemonte, Agenzia per la Mobilità metropolitana e regionale, *IMQ 2013, Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti- Rapporto di sintesi sull'area metropolitana*, Aprile 2015

United Nations Economic Commission for Europe UNECE ,"*Intelligent Transport Systems (ITS) for sustainable mobility*", Geneva, February 2012

Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di studi aziendali, tecnologici e quantitativi, *Ricerca scientifica sui "Progetti ITS in Italia"*, Rapporto finale, Novembre 2009

WATKINS Kari E., FERRIS Brian, BORNING Alan, RUTHERFORD G. Scott, LAYTON David, *Where Is My Bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual wait time of transit riders*, "Elsevier", Transportation Research Part A 45 (2011), 2010

Sitografia:

http://europa.eu.int

www.5t.torino.it

www.aesys.com

www.comune.torino.it

www.geoportale.piemonte.it

www.gtt.to.it

www.istat.it

www.mit.gov.it

www.tramditorino.it