

# CITTÀ DI PALERMO

*Servizio Mobilità Urbana  
e Trasporto Pubblico di Massa*



## PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE QUADRO CONOSCITIVO



**IL SINDACO**  
*Roberto Lagalla*

**L'ASSESSORE**  
*Prof Maurizio Carta*

**Il Coordinatore della VAS  
Area della Pianificazione**  
*Arch. Giuseppina Liuzzo*

**Il Coordinatore  
del Gruppo di Lavoro**  
*Ing. Roberto Biondo*

**Il Dirigente del Servizio**  
*Ing. Roberto Biondo*

2019



2025



2030



Elaborato: QC TPL - Allegato 13

Report Quadro Conoscitivo  
Il Trasporto Pubblico Urbano  
Aprile 2024

## **PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE**

**Assessore alla Mobilità**      *Prof. Maurizio Carta*

**Capo Area Urbanistica**      *Arch. Marco Ciralli*

**Dirigente del Servizio**      *Ing. Roberto Biondo*

### **Gruppo di coordinamento**

<i>ing. Roberto Biondo</i>	<i>Dirigente Ufficio per la pianificazione della mobilità sostenibile</i>
<i>ing. Marco Ciralli</i>	<i>Capo Area Urbanistica della rigen. urbana, della mobilità e del C.S.</i>
<i>arch. Giuseppina Liuzzo</i>	<i>Dirigente del Settore Politiche Ambientali e Transizione Ecologica</i>
<i>ing. Pasquale Spadola</i>	<i>Dirigente Tecnico “AMAT Palermo S.p.a.”</i>
<i>dr. Girolamo D’Anneo</i>	<i>funz. U.O. Studi e ricerche statistiche</i>
<i>ing. Edoardo Intravaia</i>	<i>Area tecnica rig. Urbana oo.pp.</i>
<i>arch. Giovanni Sarta</i>	<i>funz. Unità Operativa Mare e Coste</i>
<i>dott.ssa Caterina Guercio</i>	<i>Dirigente del Settore Sport e Turismo</i>
<i>dott. Giuseppe Meli</i>	<i>Webmaster</i>

### **Gruppo di lavoro**

<i>ing. Roberto Biondo</i>	<i>Dirigente ufficio per la pianificazione della mobilità sostenibile.</i>
<i>arch. Flaminio Puma</i>	<i>funz. Ufficio per la pianificazione della mobilità sostenibile.</i>
<i>arch. Silvana Chirco</i>	<i>funz. Ufficio per la pianificazione della mobilità sostenibile</i>
<i>arch. Rosalia Fardella</i>	<i>funz. Ufficio per la pianificazione della mobilità sostenibile</i>

### **hanno collaborato:**

<i>Prof. Gioacchino Fazio:</i>	<i>Professore Associato di “Economia Applicata” presso il Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche dell’Università degli Studi di Palermo;</i>
<i>Dott. Stefano Fricano:</i>	<i>Dottore di Ricerca in Economia Applicata presso il Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali e Statistiche dell’Università degli Studi di Palermo;</i>
<i>Arch. Giuseppina Liuzzo</i>	<i>Funzionario Tecnico presso l’Area tecnica della riqualificazione urbana e della pianificazione urbanistica; coordinatore della U.O. VAS dell’Area della Pianificazione del Territorio. Responsabile VAS e Vicepresidente della Commissione comunale VINCA Comune di Palermo.</i>
<i>Ing. Laura Trupia</i>	<i>Funzionario tecnico presso l’Area Urbanistica e della rigenerazione urbana, della mobilità e del centro storico</i>



## **FASI**

*(Art. 2, comma 1 lettera a), all. 1 al Decreto 4 agosto 2017)*

- a) Definizione del gruppo interdisciplinare/interistituzionale di lavoro;*
- b) Predisposizione del quadro conoscitivo;*
- c) Avvio del percorso partecipato;*
- d) Definizione degli obiettivi;*
- e) Costruzione partecipata dello scenario di Piano;*
- f) Valutazione ambientale strategica (VAS);*
- g) Adozione del Piano e successiva approvazione;*
- h) Monitoraggio.*



## Sommario

PREMESSE.....	1
Inquadramento dell'opera.....	1
Inquadramento metodologico.....	5
1 MODELLO DI ESERCIZIO.....	8
2 PRINCIPALI FONTI DATI.....	14
2.1 PENDOLARISMO ISTAT 2011 AGGIORNATO.....	14
2.2 RILIEVI DI FLUSSI VEICOLARI.....	17
3 MODELLO DI TRASPORTO.....	19
3.1 ZONIZZAZIONE.....	19
3.1.1 Metodologia per la definizione delle zone.....	20
3.1.2 Zonizzazione e attributi delle zone.....	20
3.2 MODELLO DI OFFERTA.....	26
3.3 IL MODELLO DI DOMANDA.....	28
3.3.1 Componente sistematica: generazione e distribuzione degli spostamenti.....	29
3.3.2 Componente non sistematica.....	32
3.3.3 Il modello di ripartizione modale.....	35
3.3.4 Modello di scelta del percorso.....	37
3.3.5 Validazione del sistema di modelli.....	38
3.4 ESPANSIONE DELLA DOMANDA E PROIEZIONE NEGLI SCENARI FUTURI.....	39
3.4.1 Espansione dal periodo di riferimento ai valori giornalieri ed annui.....	39
3.4.2 Espansione della domanda negli scenari futuri.....	41
4 GLI SCENARI DI SIMULAZIONE.....	41
4.1 SCENARIO ATTUALE.....	41
4.1.1 Rete TPL su gomma.....	42
4.1.2 Rete tramviaria.....	47
4.2 SCENARIO DI RIFERIMENTO.....	48
4.2.1 Rete TPL.....	49
4.2.2 Rete ferroviaria.....	50
4.2.3 Rete tramviaria.....	51
4.3 SCENARIO DI PROGETTO.....	53
4.3.1 Rete TPL.....	54
4.3.2 Rete ferroviaria.....	54
4.3.3 Rete tramviaria.....	54
4.4 VARIAZIONE DELLE PERCORRENZE ANNUE NEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE, RETE BUS E TRAM.....	56
5 RISULTATI DEL MODELLO DI TRASPORTO.....	60



5.1	RISULTATI GENERALI DI PREVISIONE SULLA LINEA .....	60
5.2	MOBILITÀ NELL'AREA DI STUDIO NEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE .....	67
5.3	DOMANDA E OFFERTA SULLE LINEE TRAM .....	68
5.4	DIAGRAMMI DI CARICO.....	73
5.4.1	Scenario attuale.....	74
5.4.2	<b>Scenario di riferimento</b> .....	82
5.4.3	<b>Scenario di progetto</b> .....	93
6	ANALISI COSTI - BENEFICI .....	118
6.1	COSTI DI INVESTIMENTO.....	119
6.2	VITA UTILE .....	119
6.3	VALORE RESIDUO E RINNOVI.....	120
6.4	COSTI DI ESERCIZIO E DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA.....	121
6.5	COMPONENTI DELL'ANALISI COSTI - BENEFICI .....	123
6.5.1	Domanda.....	123
6.5.2	Risparmi di tempo.....	125
6.5.3	Variazione delle percorrenze e dei costi di esercizio.....	127
6.5.4	Risultati.....	129
6.6	ANALISI DI SENSITIVITÀ.....	129
6.7	ANALISI DEL RISCHIO .....	136
7	TABELLE DI SINTESI DELL'ANALISI ACB .....	138



## PREMESSE

Con nota nr. 2305 del 10/04/2020, il Ministero dei trasporti ha evidenziato alcune criticità nella redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile per sanare le quali è necessario procedere ad un approfondimento dello scenario di riferimento del sistema di Trasporto Pubblico Urbano della città di Palermo.

Il presente elaborato tecnico costituisce il documento integrativo al Quadro Conoscitivo del PUMS della città di Palermo contenente approfondimenti in merito al sistema di trasporto pubblico urbano della città di Palermo. Infatti a seguito della valutazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, comunicata al Comune di Palermo con nota nr. 2305 del 10/04/2020, è stato osservato che *“i livelli di servizio e i flussi per la rete stradale andrebbero descritti in modo più dettagliato, non sono riportati i flussi per il TPL”* e ancora *“ Per il TPL non c’è un’appropriata descrizione dei livelli di saturazione”*.

Nel merito, il Ministero, con la stessa nota, ha espresso la seguente raccomandazione: *“nell’analisi di interazione domanda/offerta, andrebbero analizzati in maniera adeguata i livelli di servizio e flussi per rete stradale TPL e l’indice di utilizzo della sosta”* ed inoltre *“tra le criticità i livelli di saturazione del TPL dovrebbero essere descritti in maniera adeguata”*.

### Inquadramento dell’opera

Il progetto prevede l’estensione della rete tranviaria di Palermo, con il prolungamento di una linea tramviaria oggetto di altro intervento (la Linea 8), che verrà attestata su due capilinea periferici in esercizio alternato, e la realizzazione di un’ulteriore linea tramviaria (la Linea 7): in questo modo verrà incrementata la capacità della rete tranviaria così da servire tutto il territorio comunale. Queste linee si aggiungono alle quattro linee attualmente esistenti (Linee 1, 2, 3 e 4) e a quelle ulteriori previste dal precedente intervento (Linee 5, 6, e la tratta iniziale della 8).

La valutazione dell’effettiva efficacia del potenziamento dell’offerta tramviaria si avvale di un modello trasportistico applicato alla simulazione di tre scenari: l’attuale, quello di riferimento senza le nuove linee oggetto di richiesta di finanziamento e quello completo di progetto. Per ciascuno di essi viene presa in considerazione la dotazione infrastrutturale e l’offerta di servizi di trasporto pubblico locale su gomma prevista (di seguito TPL), insieme alla domanda di trasporto ottenuta secondo le proiezioni nell’opportuno orizzonte temporale (2017 per lo scenario attuale, 2026 per gli scenari di riferimento e di progetto). A partire dai risultati ottenuti dalle simulazioni si ottengono i dati necessari al calcolo degli indicatori utili all’analisi costi- benefici.

Lo scenario di servizi tranviari di progetto è costituito quindi dalle seguenti linee tranviarie:

- **Tram 1, esistente;**
- **Tram 2A-2B, già esistente** nella tratta Piazza Amerina/San Paolo -Notarbartolo, che verrà **estesa nello scenario di riferimento** fino alla fermata ferroviaria di Giachery;
- **Tram 4, allo stato attuale esistente**, ma solo nel tratto tra fra la stazione ferroviaria di Notarbartolo e Corso Calatafimi. **Il tracciato verrà esteso e modificato nello scenario di riferimento** a chiudere la rete fra la stazione di Notarbartolo, la zona del polo universitario e la stazione di Palermo centrale (fermata Giulio Cesare) in entrambi i sensi di marcia.



- **Tram 6**, entrerà in esercizio nello **scenario di riferimento** fra la stazione di Palermo Centrale e Via Croce Rossa – Violla Sofia nei pressi di Piazza Giovanni Paolo II;
- **Tram 7**, attivata nello **scenario di progetto**, congiungerà la stazione ferroviaria di Giachery alla zona di Bonagia a sud dell'arteria stradale E90.
- **Tram 8 – 9**, attivata nello **scenario di progetto** si sviluppa nella zona nord di Palermo a partire da via Croce Rossa -Villa Sofia diramandosi in zona Cardillo nella tratta diretta a Mondello e in quella diretta a Sferracavallo. Il tratto fra Villa Sofia e la stazione ferroviaria Francia è già previsto nello scenario di riferimento.

Il completamento della rete tranviaria offre l'occasione per una ristrutturazione del servizio di TPL su gomma sia urbano che extraurbano. Il comune intende inserire il progetto infrastrutturale qui presentato in un progetto di più ampio respiro di rilancio del trasporto pubblico nell'area urbana estesa di tutto il comune di Palermo, che passerà anche da campagne mirate di fidelizzazione e abbonamenti. Per questo, in ogni scenario l'offerta dei servizi TPL su gomma è stata definita e modificata al fine di ottimizzare la rete integrata dei servizi gerarchizzati: la gomma serve principalmente per adduzione e ricucitura e si compone quindi non solo delle linee attuali eventualmente modificate nel tracciato alla luce delle nuove linee tranviarie, ma anche di linee completamente nuove che percorrono i quartieri più periferici e li collegano ai capilinea del tram. Sono state soppresse le linee parallele al tram, dal momento che l'esperienza di attivazione delle linee tranviarie mostra come la gomma diventi inutilizzata se è presente un'alternativa tranviaria efficiente. Inoltre sono stati definiti alcuni nodi forti di interscambio tra tramvia e servizio extraurbano in attestamento, in modo da limitare l'accesso all'area urbana fortemente congestionata anche a questi mezzi: questo permette di decongestionare la rete, limitare le percorrenze chilometriche del tpl extraurbano, migliorarne la regolarità, senza degradare il servizio agli utenti, che trasbordano su un mezzo regolare che non risente degli effetti della congestione. Nel quadro di riferimento infrastrutturale si inserisce anche l'estensione della rete ferroviaria della città di Palermo, in particolare, il completamento del passante ferroviario con la prevista attivazione delle stazioni di Papireto, Lazio, Belgio e a Capaci Kennedy e la quasi totalità dell'anello ferroviario, che servirà a partire dalla stazione di Notarbartolo la zona del Porto.

Il progetto si completa con un sistema di park&ride che permette di tenere fuori dal centro urbano le auto che arrivano dai comuni contermini e dalle zone più periferiche non servite dal tram. I principali nodi di interscambio auto-pubblico sono:

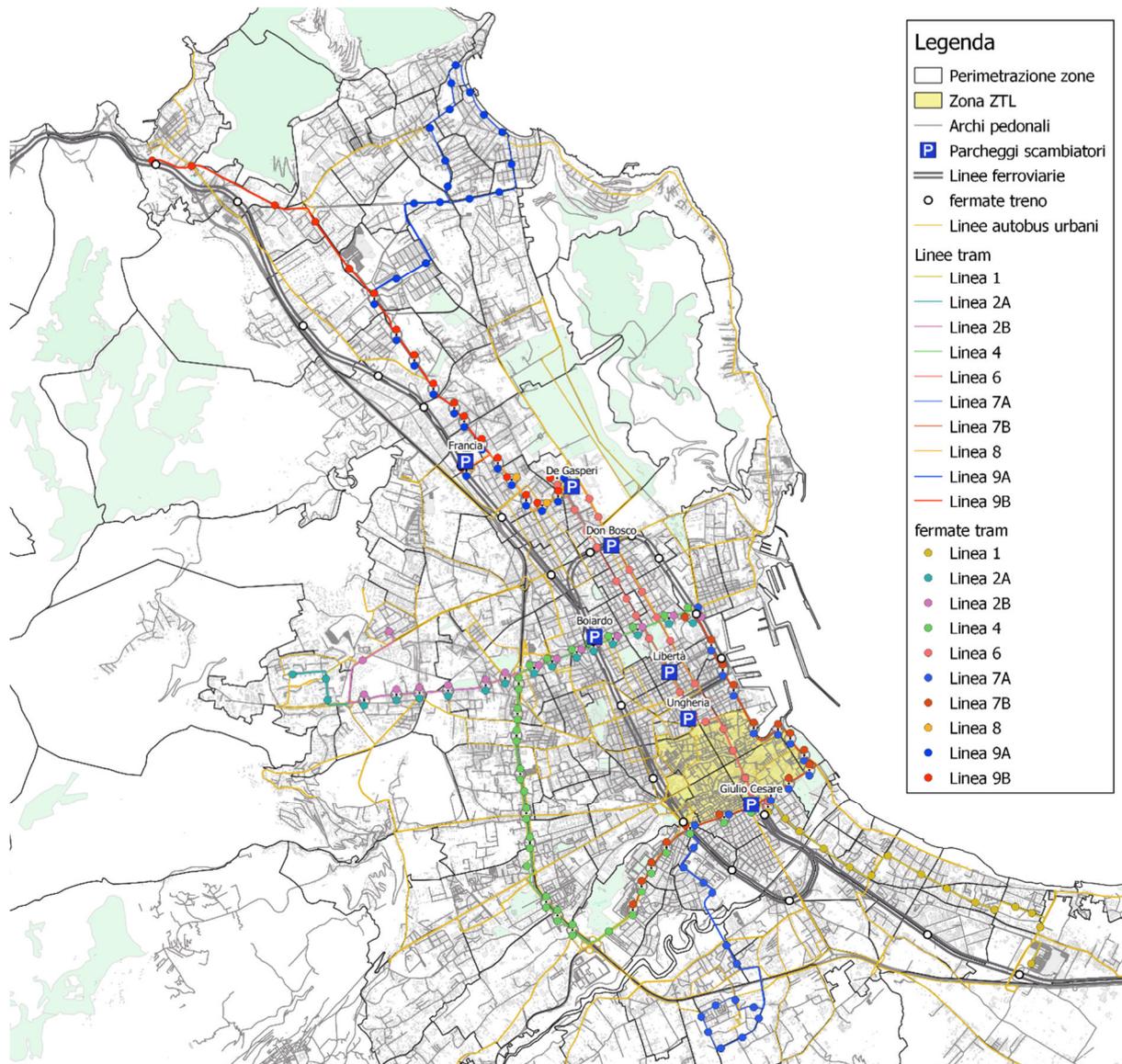
- Parcheggio Boiardo in corrispondenza della fermata Notarbartolo delle linee 2A-2B e 4, già attivo nello scenario di riferimento;
- Parcheggio Ungheria, in corrispondenza della fermata Ruggero Settimo delle linee 4e 6, già attivo nello scenario di riferimento;
- Parcheggio Giulio Cesare, in corrispondenza della fermata Giulio Cesare della linea 4e Balsamo di linea 6 ed 1, già attivo nello scenario di riferimento;
- Parcheggio Don Bosco, in corrispondenza della fermata Don Bosco della linea 6, già attivo nello scenario di riferimento;



- Parcheggio De Gasperi, in corrispondenza della fermata Villa Sofia delle linee 6 e 8-9, già attivo nello scenario di riferimento;
- Parcheggio Francia in corrispondenza della fermata Francia della linea 8-9, già attivo nello scenario di riferimento;
- Parcheggio Strasburgo, in corrispondenza della fermata Ingegneros della linea 8-9, **realizzato nello scenario di progetto;**
- Parcheggio Galatea in corrispondenza della fermata Galatea della linea 8-9, **realizzato nello scenario di progetto;**
- Parcheggio Mongibello in corrispondenza della fermata Mongibello della linea 8-9, **realizzato nello scenario di progetto;**
- Parcheggio Sferracavallo in corrispondenza della fermata Sferracavallo della linea 8-9, **realizzato nello scenario di progetto;**
- Parcheggio Foro Italico in corrispondenza della fermata Kalsa della linea 7, **realizzato nello scenario di progetto.**

L'offerta dei parcheggi prevista nel progetto generale è completata con il Parcheggio Libertà in corrispondenza della omonima fermata sulle linee 4 e 6 già attivo nello scenario di riferimento.

L'immagine seguente presenta l'inquadramento generale dello scenario di progetto, con il sistema di linee tranviarie completo ed il sistema di parcheggi che garantiscono l'interscambio modale privato-pubblico.



**Figura 1 - Rete tramviaria nello stato di progetto**

In una visione di insieme, la rete tramviaria si compone quindi di un sistema di 3 linee (T1-T6-T9) che coprono l'asse nord-sud parallelo alla costa, con la linea 6 che copre le tratte centrali di quest'asse: la divisione in più linee è necessaria da una parte per variare le frequenze di servizio sulle diverse tratte, rinforzando quella centrale dove è maggiore la domanda, e dall'altra per garantire la regolarità, che generalmente risente della lunghezza delle infrastrutture in ambito urbano. Lungo la stessa direttrice si aggiunge anche la linea 7, che sfrutta però l'asse viario lungo la costa, andando così a servire il porto, e si prolunga a sud per coprire l'area urbana rimasta scoperta dalla realizzazione della linea 1, verso Bonagia. La linea 2 riconnette invece la direttrice ovest-est, intercettando prima la linea T4, a cui si sovrappone, sia la linea T6 che la T7, con cui condivide il capolinea a Giachery. Per garantire infine la ricucitura di tutta l'area urbana, il sistema si completa con una linea inizialmente ideata come circolare (la linea 4) ma proposta come una C nello scenario di progetto. Le frequenze delle diverse linee tramviarie nell'ora di punta sono state modificate in



base alla domanda simulata in occasione della revisione del piano di esercizio per questa istanza, per evitare carichi di punta insostenibili.

### Inquadramento metodologico

Dal punto di vista metodologico, lo studio si avvale di un *modello di trasporto multimodale* che permette di valutare gli effetti della nuova offerta di trasporto pubblico sulla scelta modale degli utenti, oltre che su quella del percorso. Si tratta di un **modello multimodale pubblico-privato dell'ora di punta mattutina di un giorno ferial medio**, che include anche le cosiddette modalità deboli (piede e bici) nella scelta modale. Dato l'ambito prettamente urbano, il modello di assegnazione del percorso pubblico è **un modello a frequenza agli ipercammini**.

L'area di analisi di dettaglio è tutto il comune di Palermo, suddiviso in 191 zone, mentre l'area di studio si estende fino alle province di Enna, Caltanissetta, Trapani, Siracusa ed Agrigento.

Gli scenari temporali analizzati sono:

- Stato di fatto 2017;
- Scenario di riferimento 2026;
- Scenario di progetto, 2026.

Per quanto riguarda la domanda di trasporto, si è scelto di operare a partire da due dataset principali: gli spostamenti sistematici forniti dall'indagine OD 2011 effettuata in concomitanza del Censimento 2011 e i rilievi di traffico privato effettuati nell'area urbana dal 2009 al 2018 compreso. Il database del censimento fornisce una matrice Origine-Destinazione con zonizzazione per sezioni censuarie dell'universo degli spostamenti e la loro ripartizione modale: la trasposizione di tale matrice al 2017, anno dello stato di fatto del modello, non introduce errori di approssimazione poichè aggiornata mediante campionatura effettuata nel 2017: infatti, negli anni 2011- 2017 la popolazione ed il PIL dell'area di studio si sono mantenuti pressochè costanti. In particolare, la popolazione a livello provinciale ha subito un incremento inferiore all'1,5%, mentre per quanto riguarda il PIL nel 2017, dopo un importante calo, si è ritornati intorno ai valori del PIL del 2011.

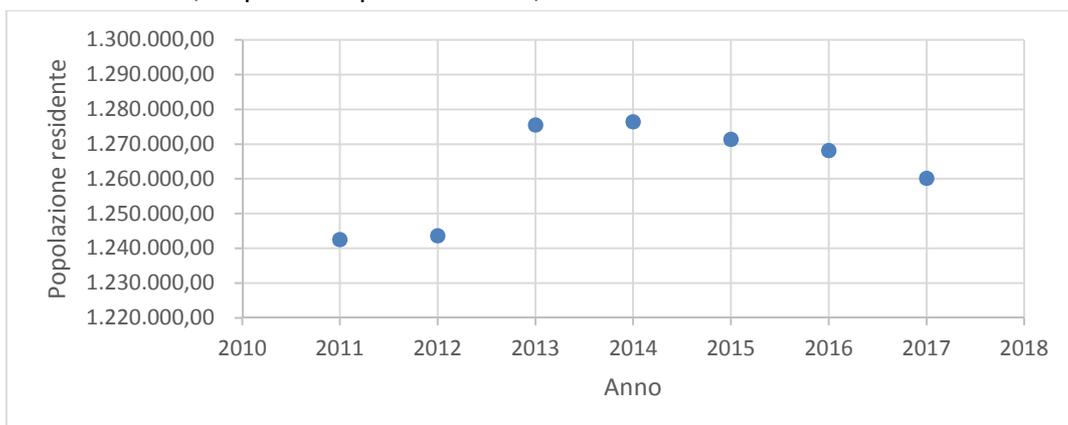


Figura 2 - Popolazione residente nella provincia di Palermo

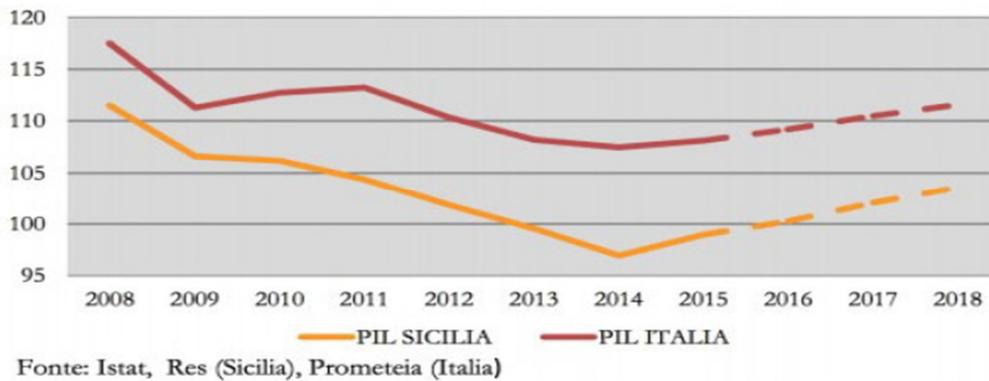


Figura 3 - Dinamica del PIL in Sicilia ed in Italia

Gli spostamenti sistematici sono stati integrati con gli spostamenti attratti e generati da poli attrattori presenti nell'area di studio come il porto, l'aeroporto Falcone e Borsellino, i centri sanitari. La validazione e correzione del modello al 2017 è stata effettuata tramite i rilievi di traffico del febbraio 2017.

Il modello riesce quindi non solo a ripartire sui nuovi mezzi della rete di trasporto pubblico coloro che erano già utenti del servizio pubblico (domanda conservata), ma tramite il modello di scelta modale valuta il volume di coloro che cambieranno abitudini di viaggio in seguito alla modifica del sistema di offerta (domanda in diversione). Nella valutazione della domanda nello scenario di progetto, seguendo un'impostazione di tipo cautelativo, **non è stata però considerata la componente della domanda indotta**, vale a dire coloro che prima della realizzazione dell'infrastruttura non effettuavano quel tipo di spostamento con alcun modo di trasporto ed iniziano invece con la realizzazione dell'opera. Questa scelta è motivata dalla scarsa affidabilità nella quantificazione di questo tipo di domanda e in secondo luogo perché la componente "domanda indotta" è poco attribuibile alla tipologia di infrastruttura di progetto.

Ai fini della costruzione del modello di simulazione, è stato implementato il modello di interazione domanda-offerta, ovvero un modello in grado di assegnare al sistema di offerta la domanda di mobilità nelle diverse componenti modali riferita ad un fissato intervallo di tempo. In particolare, l'interazione tra domanda e offerta è rappresentata dall'assegnazione rispettivamente della matrice privata sulla rete stradale e della matrice pubblica complessiva sulla rete pubblica: la ripartizione tra tipologie di servizio è affidata al modello di scelta del percorso (comunemente definito di "assegnazione").

Il modello di assegnazione della componente privata assume in questo caso un interesse marginale ed è utile più che altro al calcolo degli attributi necessari all'applicazione del modello di scelta modale negli scenari futuri. Si utilizza però anche per il calcolo delle saturazioni stradali ai fini dell'ACB. L'assegnazione alla rete della domanda sistematica e non sistematica come risultante dall'applicazione della catena modellistica è stata effettuata in modo aggregato, così da considerare correttamente gli effetti della domanda complessiva sulla congestione.

Al modello di assegnazione della componente pubblica è, invece, affidato il compito di distribuire la domanda pubblica complessiva risultante dall'applicazione del modello di scelta modale tra le varie tipologie di servizi (ferro, TPL extraurbano, TPL urbano su gomma, tram), in base alle loro



caratteristiche in termini di velocità di percorrenza, frequenza e fermate servite. Come risultato, è possibile ottenere il carico orario sulle tratte di servizio ed il valore dei passeggeri saliti-discesi alle varie fermate, distinti per tipologia di servizio e relazione.

L'assegnazione della domanda all'offerta viene applicata separatamente per le diverse componenti di domanda, sistematica e non sistematica: tale processo è possibile dal momento che la capacità non influisce sul meccanismo di scelta.

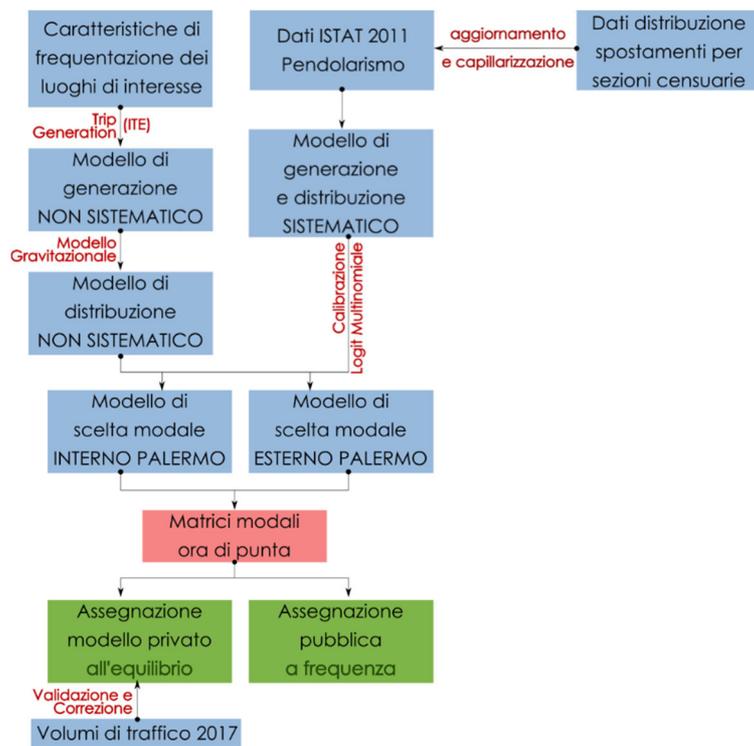


Figura 4 - Flusso del modello di trasporto



## 1 MODELLO DI ESERCIZIO

Il progetto infrastrutturale è stato accompagnato da un progetto di modello di esercizio, necessario per sfruttare al meglio l'infrastruttura ed i mezzi a disposizione. Risulta necessario descrivere in modo accurato il modello di esercizio di riferimento e di progetto prima di procedere agli approfondimenti trasportistici, in modo da rendere più chiara tutta la trattazione seguente.

Come osservato anche dalla Corte dei Conti Europea nel documento *“Relazione speciale - Mobilità urbana sostenibile nell’UE: senza l’impegno degli Stati membri non potranno essere apportati miglioramenti sostanziali”*, l’attuale rete tranviaria di Palermo non è in grado di portare a frutto dei risultati analoghi a quelli delle rete tranviarie delle altre città italiane per alcuni fattori intrinseci, come la mancata integrazione tariffaria e la mancanza di un collegamento di qualità tra punti periferici. Si legge infatti:

*Una relazione dell’OCSE del 2019 mostra che la percentuale della popolazione che vive in prossimità di infrastrutture di trasporto pubblico è, in alcune città, molto elevata. Nelle zone periferiche, tale percentuale è inferiore (cfr. esempio di Palermo), il che indica che quote significative della popolazione hanno limitato accesso ai trasporti pubblici. La copertura più limitata dei trasporti pubblici nelle aree periferiche di pendolarismo e il fatto che in periferia la maggior parte delle linee assicura il collegamento, in entrambe le direzioni, con il centro delle città, mentre una quota crescente degli spostamenti va da periferia a periferia, contribuiscono ad aumentare la quota modale dei veicoli privati in tali zone rispetto alle aree interne delle città.*

Il progetto di estensione qui presentato ha l’obiettivo di sopperire alla seconda mancanza: come già accennato in premessa, lo studio in oggetto supporta l’istanza di finanziamento della seconda fase di completamento della rete tranviaria di Palermo, che prevede di fatto la realizzazione di 2 nuove estensioni infrastrutturali della rete tranviaria : la tratta Bonagia-Giachery (19.4 km misurata in entrambe le direzioni) e quella Mondello-Francia (circa 17 km sempre in A/R), con diramazione verso Sferracavallo. L’idea di base è collegare le zone più periferiche di Bonagia, Mondello e Sferracavallo con il centro storico e servire anche l’area del porto e del polo ospedaliero.

Le infrastrutture realizzate verranno quindi utilizzate con due linee a esercizio composito:

- TRAM7A Bonagia-Giachery
- TRAM7B Basile-Giachery
- TRAM9A Villa Sofia-Mondello
- TRAM9B Villa Sofia-Sferracavallo



L'esercizio nello scenario di riferimento si articola sulle linee illustrate in tabella.

Linea	Descrizione	Lunghezza	Tempo giro	Intertempo
T1	Roccella-Balsamo	11	46.00	08:00
T2A	Armerina-Giachery	12.5	51.00	13:00
T2B	CEP-Giachery	12.8	50.00	13:00
T4	Circolare	24.8	110.00	10:00
T6	Villa Sofia-Balsamo	11.7	50.00	05:00
T8	Francia-De Gasperi	3.6	18.00	15:00

Il modello di esercizio si caratterizza per l'esercizio alternato della linea TRAM2 sui diversi capilinea di CEP e Armerina e per la linea circolare TRAM4, percorsa in entrambi i versi di giro, che ricuce tutte le zone centrali, sovrapponendosi sia alla linea TRAM2 da Einstein a Alberico Gentili, e alla linea TRAM6 nelle tratte di maggior domanda tra la stazione centrale e la ZTL: in questa tratta si prevede quindi il passaggio di 18 tram/ora per direzione con un intertempo che varia da 2 a 5 minuti. Alla stazione si attende la linea T1, inalterata rispetto all'attuale. Infine, la linea TRAM8 copre un breve tratto tra Piazzale Francia e De Gasperi, nei pressi del capolinea della linea T6.

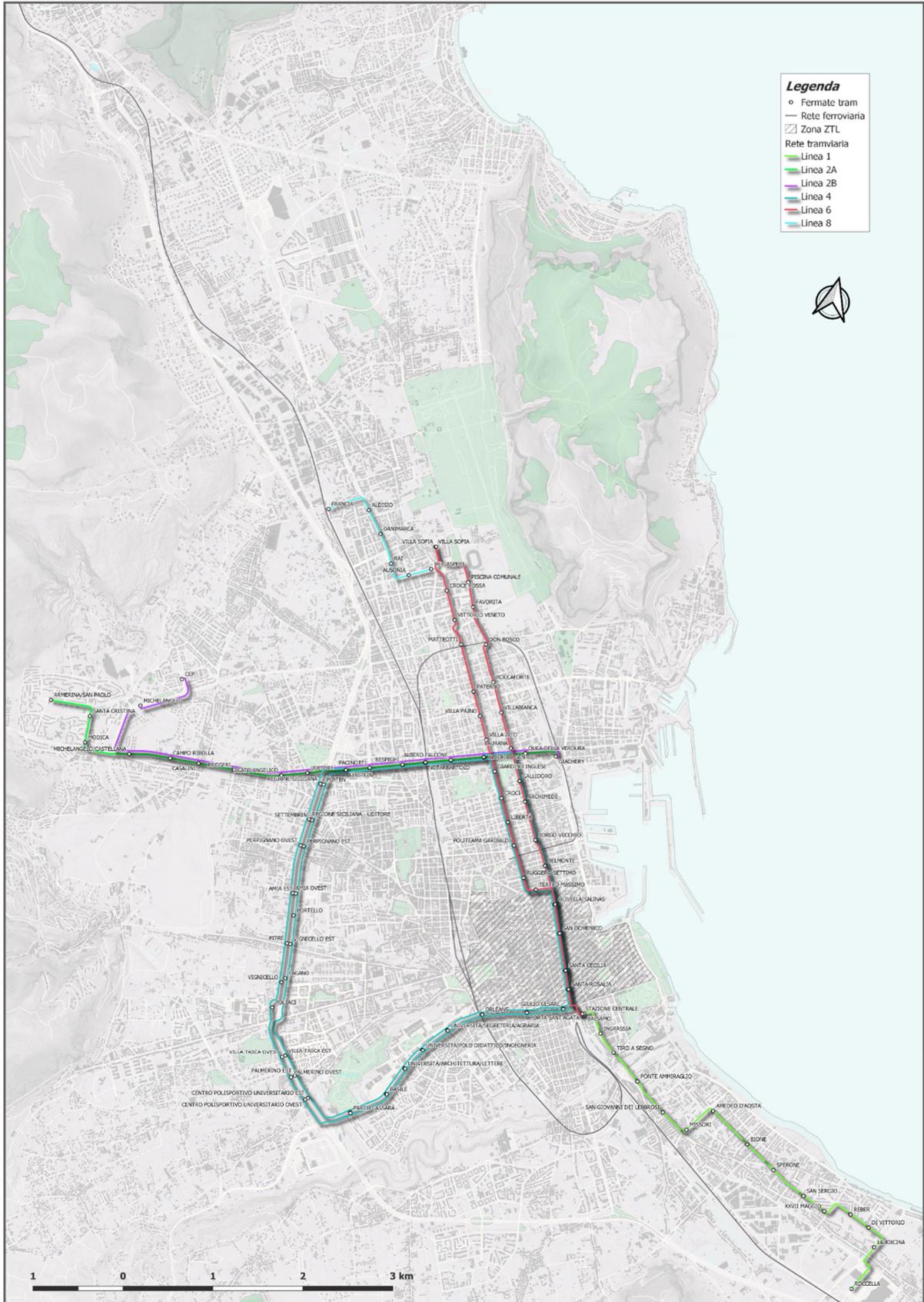


Figura 5 -Inquadramento delle linee tranviarie nello scenario di riferimento



Questo assetto dell'offerta tranviaria, oltre a non raggiungere le zone di Bonagia, San Lorenzo, dello Zen, di Mondello e Sferracavallo, presenta delle carenze di offerta rispetto alla domanda potenziale evidenziate dal modello di trasporto (ed illustrate in seguito). Questo motivo, insieme agli effetti di rete indotti dall'ulteriore estensione della rete tranviaria, rende necessaria nello scenario di progetto anche la modifica dell'esercizio delle linee già esistenti.

Il modello di esercizio nello scenario di progetto si articola sulle linee illustrate in tabella.

Linea	Descrizione	Lunghezza	Tempo giro	Intertempo
T1	Roccella-Balsamo	11.0	46.00	6:30
T2A	Armerina-Giachery	12.5	51.00	13:00
T2B	CEP-Giachery	12.8	50.00	10:00
T4	Giulio Cesare-Giachery	19.9	72.00	09:00
T6	Villa Sofia-Balsamo	11.7	50.00	03:00
T7A	Bonagia-Giachery	19.4	71.00	07:50
T7B	Basile-Giachery	13.0	58.00	09:50
T8	Francia-Villa Sofia	21.0	70.00	08:50
T9A	Mondello-Villa Sofia	18.5	60.00	15:00
T9B	Sferracavallo-Villa Sofia	4.3	15.00	15:00

Le nuove infrastrutture permettono di raggiungere aree non servite. La linea TRAM7 collega Bonagia a Giachery, passando dal Policlinico e dalla stazione centrale. Come anticipato in premessa, la linea è strategica prima di tutto per servire un'area importante della città anche sotto il profilo dei servizi e prima non connessa con un servizio di qualità, e poi perché rinforza le relazioni principali esistenti lungo le tratte in cui l'offerta di riferimento non riesce a rispondere compiutamente: la tratta tra Orleans e la stazione, in sovrapposizione di esercizio con la TRAM4, e la direttrice tra la stazione e il centro storico, parallela alla TRAM6. In quest'ottica, si propone lo sdoppiamento della linea su due capilinea, serviti alternativamente: la TRAM7A percorre tutto il tracciato della nuova infrastruttura, mentre la TRAM7B collega Giachery al parcheggio di Basile, diramandosi dal tracciato della TRAM7B a Orleans per proseguire lungo la tratta della TRAM4 in modo da rinforzare il servizio di collegamento tra l'università e la stazione in risposta all'alta domanda potenziale, senza dover aumentare le frequenze della linea TRAM4.

La linea TRAM9 serve i due capilinea di Mondello e Sferracavallo in alternanza non simmetrica: più chiaramente, su 3 corse consecutive, 2 raggiungono Mondello (TRAM9A) ed 1 Sferracavallo (TRAM9B). Questa scelta è dovuta alla differente necessità dal punto di vista della domanda potenziale: si ricorda che la diramazione per Mondello, infatti, serve anche lo ZEN. La linea TRAM9 si sovrappone al tracciato della TRAM8 di riferimento, di cui però è previsto di estendere l'infrastruttura per attestare la linea allo stesso capolinea della TRAM6, Villa Sofia. In questo



scenario la linea già in esercizio TRAM8 diventa un rinforzo della linea TRAM9, strategico a servire adeguatamente la domanda dell'ora di punta da Piazzale Francia, dove -sia nello scenario di riferimento che di progetto. si attesteranno gli extraurbani in arrivo da nord e oggi diretti verso il centro città e la stazione centrale.

La confluenza delle linee TRAM8 e TRAM9 al capolinea della TRAM6 comporta la necessità di aumentare il servizio su quest'ultima fino a 3 minuti di frequenza. Per garantire la stabilità di esercizio è necessario eliminare la sovrapposizione della linea TRAM6 alla TRAM4, che quindi nello scenario di progetto non effettua più servizio su un anello, ma su un percorso a "C" da Giulio Cesare fino a Giachery, mantenendo la sovrapposizione con le linee TRAM2A/TRAM2B e con la TRAM7B nelle tratte di maggior domanda, in modo da non doverne aumentare la frequenza.

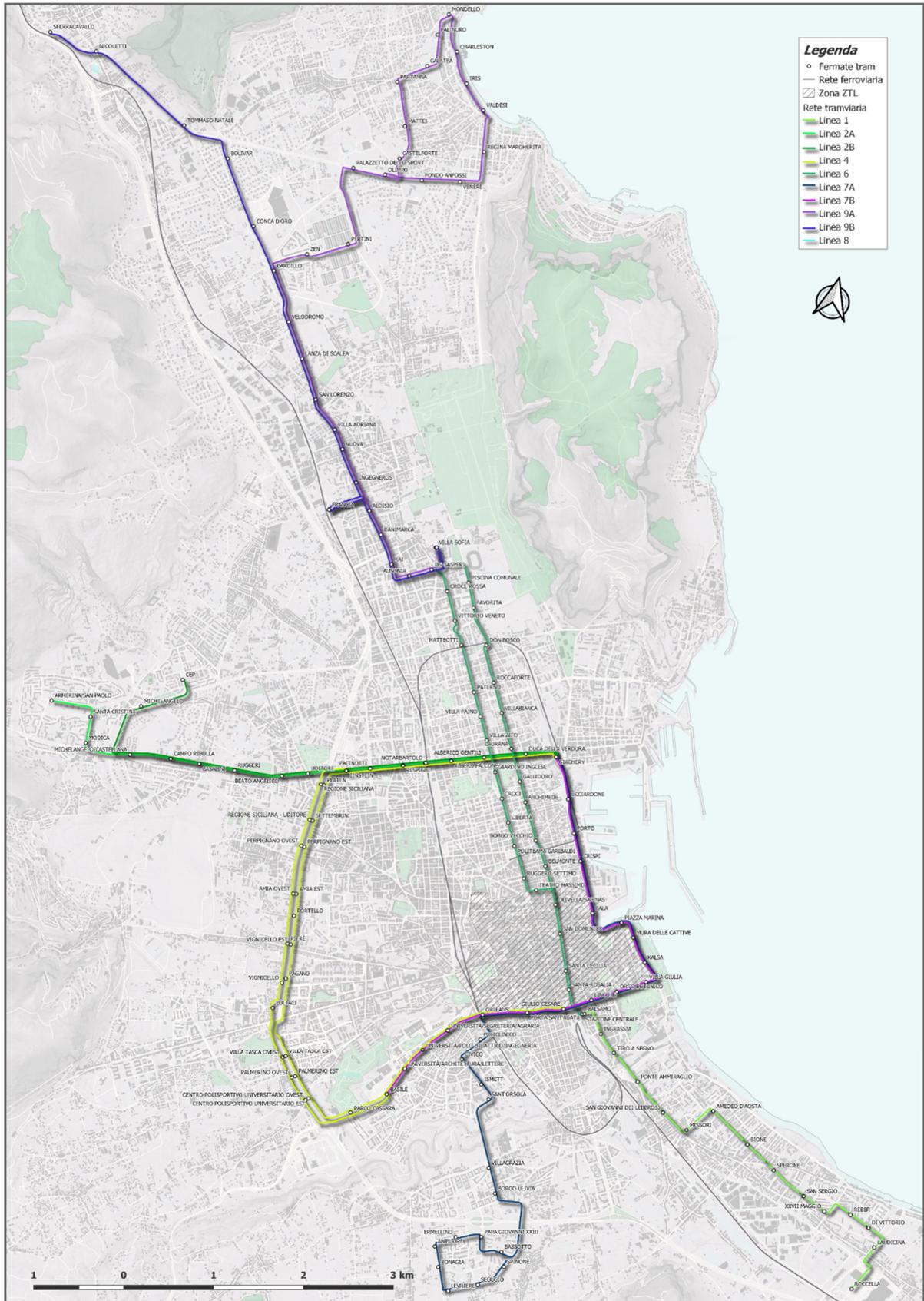


Figura 6 - Inquadramento delle linee tranviarie di progetto



Sulle principali tratte di sovrapposizione dell'esercizio delle diverse linee, le frequenze medie sono le seguenti:

- tratta Einstein-Giachery (TRAM2A-TRAM2B-TRAM4): 18 corse/ora per direzione con un intertempo massimo di 6 minuti ed uno medio di 3 minuti 20 secondi;
- tratta Orleans-Giulio Cesare (TRAM4-TRAM7A-TRAM7B): 20 corse/ora per direzione con intertempo medio di 3 minuti.

Per quanto riguarda il servizio nel corso della giornata, si prevede che l'esercizio sulle linee mantenga le frequenze di punta nelle ore di servizio della domanda tipicamente sistematica, aumentando invece l'intertempo nelle restanti fasce orarie; chiaramente questo assetto vale soprattutto per le linee di maggior frequenza, mentre quelle con intertempo maggiore cambiano poco nelle ore di morbida, per non perdere le caratteristiche tipiche del servizio tranviario. Per quanto riguarda la distribuzione del servizio nel corso dell'anno, si prevede che la linea TRAM9 rivesta un ruolo anche nelle giornate non tipicamente scolastiche/lavorative, poiché serve le spiagge dove i residenti si recano nel finesettimana e, in generale, durante il periodo maggio ottobre.

## 2 PRINCIPALI FONTI DATI

La ricostruzione dello scenario attuale di calibrazione è possibile considerando diverse fonti di dati messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale. Le principali riguardano l'aggiornamento della matrice del Pendolarismo ISTAT2011 e la sua disaggregazione tra sezioni di censimento e i rilievi di traffico veicolare commissionati dall'Amministrazione stessa per la redazione degli strumenti di Piano nel periodo 2009-2017.

### 2.1 PENDOLARISMO ISTAT 2011 AGGIORNATO

I dati relativi al pendolarismo ISTAT 2011 utilizzati per la determinazione della domanda si distinguono in due gruppi:

- La matrice del pendolarismo ISTAT 2011 che fornisce gli spostamenti su base comunale, suddivisi per orario di uscita, motivo dello spostamento e mezzo.
- i dati ISTAT restituiti su base provinciale che forniscono gli spostamenti del pendolarismo con riferimento alle sezioni censuarie.

La matrice origine-destinazione degli spostamenti per motivi di lavoro o di studio si riferisce alla popolazione residente in famiglia o in convivenza rilevata al 15° Censimento generale della popolazione (data di riferimento: 9 ottobre 2011).

Il database contiene i dati sul numero di persone che si spostano tra comuni – o all'interno dello stesso comune – classificate, oltre che per il motivo dello spostamento, per il sesso, il mezzo di trasporto utilizzato, la fascia oraria di partenza e la durata del tragitto. La base di calcolo sono le 28.871.447 persone che hanno dichiarato di recarsi giornalmente al luogo abituale di studio o di lavoro, partendo dall'alloggio di residenza, e di rientrarvi. Di queste, 28.852.721 sono residenti in



famiglia e 18.726 sono residenti in convivenza (convento, istituto di reclusione, istituti assistenziali ecc.).

Il file è composto da 4.876.242 record suddivisi in Tipo record "S" o "L". In particolare:

- 988.625 record (Tipo record 'S') riportano il totale dei flussi pendolari negli strati derivanti dalle variabili: Tipo residenza, Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro.
- 3.887.617 record (Tipo record 'L') nei quali il totale dei flussi pendolari è prodotto a livello più dettagliato, tenendo conto anche del Mezzo, dell'Orario di uscita e del Tempo impiegato.

La lista delle variabili riportate nel file è la seguente.

Descrizione del campo	Valori
Tipo record	<b>S</b> dato riferito alle modalità assunte dalle variabili di strato: Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro. <b>L</b> dato riferito alle modalità assunte dalle variabili di strato : Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro, <b>Mezzo, Orario di uscita, Tempo impiegato.</b>
Tipo residenza	<b>1</b> in famiglia; <b>2</b> in convivenza;
Provincia di residenza	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Comune di residenza	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Sesso	<b>1</b> maschio; <b>2</b> femmina;
Motivo dello spostamento	<b>1</b> si reca al luogo di studio (compresi asilo nido, scuola materna e corsi di formazione professionale); <b>2</b> si reca al luogo di lavoro;
Luogo di studio o di lavoro	<b>1</b> nello stesso comune di residenza; <b>2</b> in un altro comune italiano; <b>3</b> all'estero;
Provincia abituale di studio o di lavoro	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Comune abituale di studio o di lavoro	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Stato estero di studio o di lavoro	Da Elenco Stati Esteri all'08 ottobre 2011-Istat;
Mezzo	<b>01</b> treno; <b>02</b> tram; <b>03</b> metropolitana; <b>04</b> autobus urbano, filobus; <b>05</b> corriera, autobus extra-urbano; <b>06</b> autobus aziendale o scolastico; <b>07</b> auto privata (come conducente); <b>08</b> auto privata (come passeggero);



	<b>09</b> motocicletta, ciclomotore, scooter; <b>10</b> bicicletta; <b>11</b> altro mezzo; <b>12</b> a piedi;
Orario di uscita	<b>1</b> prima delle 7,15; <b>2</b> dalle 7,15 alle 8,14; <b>3</b> dalle 8,15 alle 9,14; <b>4</b> dopo le 9,14;
Tempo impiegato	<b>1</b> fino a 15 minuti; <b>2</b> da 16 a 30 minuti; <b>3</b> da 31 a 60 minuti; <b>4</b> oltre 60 minuti;
Stima numero di individui	Variabile di conteggio
Numero di individui	Variabile di conteggio

**Tabella 1 - Variabili riportate nel file "matrice 2011 pendolarismo". Fonte: ISTAT**

Il secondo set, contiene le informazioni sugli spostamenti per motivi di studio o lavoro della popolazione residente in famiglia o in convivenza, rilevata al 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni (9 ottobre 2011), che ha dichiarato di recarsi giornalmente al luogo abituale di studio o di lavoro partendo dall'alloggio di dimora abituale e rientrando giornalmente nello stesso.

I file sugli spostamenti pendolari per sezione di censimento si presentano come *dataset* raggruppati per provincia. Per ogni singola provincia sono conteggiati gli spostamenti per studio o lavoro sia in uscita dal territorio provinciale, sia in entrata. I dati contenuti nel data set sono i seguenti.

Campo	Definizione
CODREG_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, la regione di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
REGIONE_ORIG	Denominazione della regione di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
CODPRO_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, la provincia di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
PROVINCIA_ORIG	Denominazione della provincia di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
CODCOM_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio provinciale, il comune di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
COMUNE_ORIG	Denominazione del comune di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
PROCOM_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, il comune di dimora abituale e di origine del flusso pendolare. Il valore è ottenuto dalla concatenazione del campo CODPRO_ORIG con il campo CODCOM_ORIG a tre digit
ACE_ORIG	Numero che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, l'area di censimento di dimora abituale e di origine del flusso pendolare. Il valore 0 si riferisce alle parti residuali del territorio comunale non ulteriormente suddivise in aree di censimento
CODLOC_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, la località 2011 di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
LOCALITA_ORIG	Denominazione della località 2011 di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
CODASC_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, l'area subcomunale, ove presente, di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
NOMEASC_ORIG	Denominazione dell'area subcomunale di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
NSEZ_ORIG	Numero che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, la sezione di censimento 2011 di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
CODREG_DEST	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, la regione di destinazione del flusso pendolare
REGIONE_DEST	Denominazione della regione di destinazione del flusso pendolare



Campo	Definizione
CODPRO_DEST	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, la provincia di destinazione del flusso pendolare
PROVINCIA_DEST	Denominazione della provincia di destinazione del flusso pendolare
CODCOM_DEST	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio provinciale, il comune di dimora abituale e di origine del flusso pendolare
COMUNE_DEST	Denominazione del comune di destinazione del flusso pendolare
PROCOM_DEST	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, il comune di destinazione del flusso pendolare. Il valore è ottenuto dalla concatenazione del campo CODPRO_DEST con il campo CODCOM_DEST a tre digit
CODPRO_ORIG	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio nazionale, il comune di dimora abituale e di origine del flusso pendolare. Il valore è ottenuto dalla concatenazione del campo CODPRO_ORIG con il campo CODCOM_ORIG a tre digit
ACE_DEST	Numero che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, l'area di censimento di dimora abituale e di origine del flusso pendolare. Il valore 0 si riferisce alle parti residuali del territorio comunale non ulteriormente suddivise in aree di territorio comunale non ulteriormente suddivise in aree di censimento
CODLOC_DEST	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, la località 2011 di destinazione del flusso pendolare. Il valore 0 si riferisce agli indirizzi di destinazione che non è stato possibile geocodificare
LOCALITA_DEST	Denominazione della località 2011 di destinazione del flusso pendolare
CODASC_DEST	Codice numerico che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, l'area subcomunale, ove presente, di destinazione del flusso pendolare
NOMEASC_DEST	Denominazione dell'area subcomunale di destinazione del flusso pendolare
NSEZ_DEST	Numero che identifica univocamente, nell'ambito del territorio comunale, la sezione di censimento 2011 di dimora abituale e di origine del flusso pendolare destinazione che non è stato possibile geocodificare
TOTALE_STUDENTI	Numero totale dei pendolari studenti
TOTALE_LAVORATORI	Numero totale dei pendolari lavoratori
TOTALE	Numero totale dei pendolari

*Tabella 2- - Informazioni contenute nel dataset del pendolarismo per sezione di censimento*

## 2.2 RILIEVI DI FLUSSI VEICOLARI

Sono stati forniti da parte dell'Amministrazione Comunale diversi dataset di rilievi veicolari: si differenziano non solo per anno di svolgimento della campagna, ma anche per collocazione nel territorio urbano e per periodo di rilievo.

- Rilievi manuali fascia oraria 07:30-11:30 di 85 sezioni localizzate sia al cordone di viale della Regione Sicilia sia nelle zone interne della città per la ricostruzione del quadro di mobilità del PGTU2013.
- Rilievi manuali Novembre 2016-Febbraio 2017 ora di punta al cordone della ZTL.

A questi si aggiungono i flussi acquisiti durante la campagna di rilievo effettuata per la redazione del *Piano degli interventi strategici di mobilità sostenibile della città di Palermo* e ripresi dal PGTU, che si caratterizzano per la copertura dell'intero periodo giornaliero.

I dati più recenti sono relativi ad una campagna di rilievo svolta in corrispondenza di 44 sezioni stradali della rete viaria del comune di Palermo, di cui alcuni bidirezionali. I dati sono stati acquisiti tramite conteggio manuale tra le 07:30 e le 08:30 nel mese di Febbraio 2017 al cordone della ZTL. Di seguito sono indicate le postazioni di rilievo e in tabella si riportano i valori rilevati.

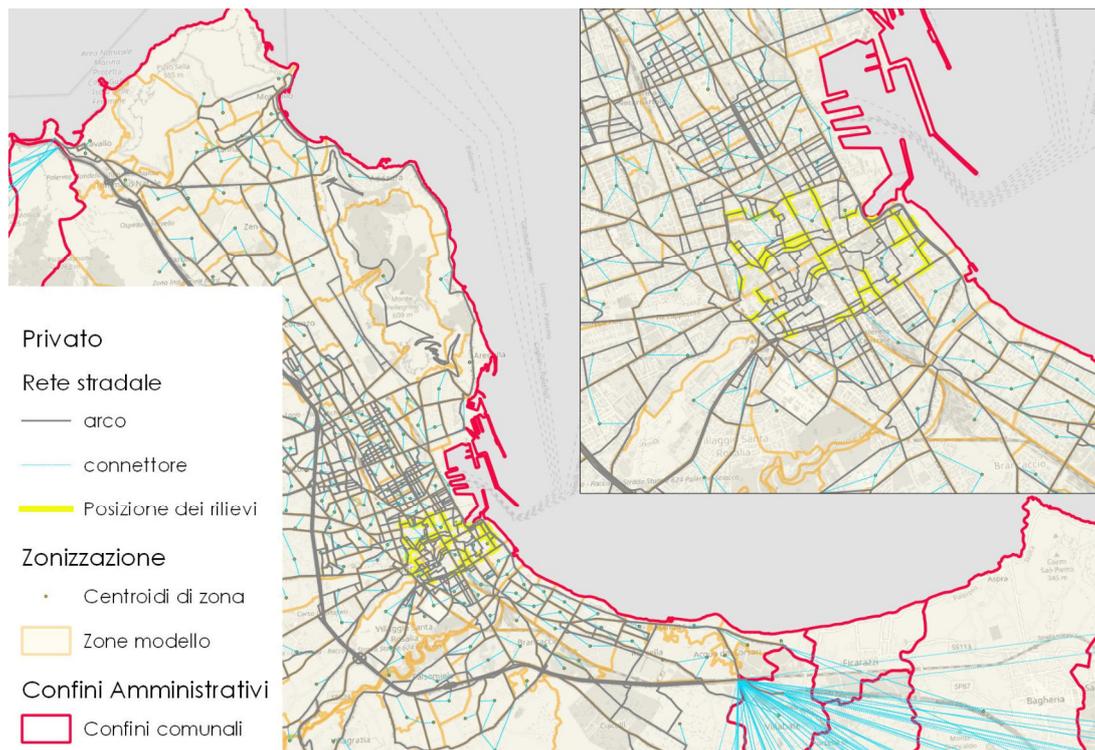


Figura 7 - Posizione dei rilievi di febbraio 2017

NUMERO SEZIONE	UBICAZIONE SEZIONE	TIPOLOGIA MEZZI										TOT VEICOLI I/U
		AUTO		2 RUOTE		COMM.LI		Bus di linea		Bus turistici		
		I	U	I	U	I	U	I	U	I	U	
1	Piazza della Pinta	291	0	94	0	5	0	4	0	0	0	394
2	Papireto	582	135	221	45	3	0	0	0	0	0	986
3	Piazza Giuseppe Verdi	167	306	72	88	6	9	0	5	0	0	653
4	Maqueda	475	0	393	0	39	0	0	0	2	0	909
5	Via Roma (altezza via Olivella)	967	0	671	0	60	0	31	0	0	0	1729
6	Via Giovanni Meli	70	0	25	0	13	0	0	0	0	0	108
7	Via Porto Salvo	394	0	182	0	35	0	12	0	0	0	623
8	Via Vittorio Emanuele (sez. altezza piazzetta S. Spirito)	109	100	74	76	3	2	6	4	0	0	374
9	Via Butera	0	118	0	49	0	4	0	0	0	0	171
10	Via Alloro	28	0	8	0	4	0	4	0	0	0	44
11	Piazza Kalsa	75	215	12	14	5	19	0	0	0	0	340
12	Via Nicolò Cervello	258	0	45	0	22	0	0	0	0	0	325
13	Via Carlo Rao	116	101	13	21	7	6	0	0	0	0	264
14	Corso dei Mille/Lincoln (lato piazza Rivoluzione)	68	204	36	52	5	5	0	0	0	0	370
15	Via Roma (piazza Giulio Cesare)	625	0	561	0	45	0	28	0	0	0	1259
16	Via Maqueda (in prossimità di piazza S. Antonino)	0	487	0	278	0	28	0	4	0	0	797
17	Via Majali	266	21	196	24	12	1	0	0	0	0	520
18	Via Mongitore	282	58	79	11	14	9	3	0	0	0	456



19	Via Cadorna	452	0	132	0	30	0	0	0	0	0	614
20	Via Gioiamaia	159	0	37	0	3	0	0	0	0	0	199
21	Discesa dei Giovenchi	157	0	64	0	15	0	0	0	0	0	236
22	Via Candelai	0	161	0	88	0	14	0	0	0	0	263
23	Via Vittorio Emanuele, tratto compreso tra via Roma e piazza Vigliena	99	157	62	64	12	2	0	4	0	0	400
24	Via Vittorio Emanuele, tratto compreso tra via Roma e via Maqueda, sezione prossima a via Roma	111	252	61	108	8	27	1	4	2	4	578
25	Via Maqueda	558	0	332	0	13	0	3	0	0	0	906
26	Via dell'Università	98	0	37	0	1	0	0	0	0	0	136
27	Via Giuseppe Garibaldi (civ 43)	272	0	136	0	27	0	0	0	0	0	435
28	Via Gorizia	255	0	61	0	23	0	3	0	0	0	342
29	Via Vittorio Emanuele	52	0	7	0	1	0	6	0	2	0	68
30	Via Gioeni	317	0	163	0	6	0	0	0	0	0	486
31	Piazza della Vittoria	0	339	0	78	0	8	0	0	0	0	425
32	Foro Umberto I°	2244	1725	480	217	160	206	3	4	28	28	5095
33	Via Lincoln	1194	522	133	80	56	37	28	22	45	28	2145
34	Corso Tukory	505	0	123	0	36	0	23	0	19	0	706
35	Corso TuKory	820	0	257	0	32	0	27	0	0	0	1136
36	Piazza Indipendenza	SATURAZIONE										2500
37	Piazza Indipendenza	SATURAZIONE										3100
38	Corso Alberto Amedeo	1808	1098	133	229	50	52	12	16	0	0	3398
39	Via Papireto	1198	0	202	0	46	0	12	0	1	0	1459
40	Via Nicolò Turrisi	2049	0	941	0	54	0	14	0	0	0	3058
41	Via Volturmo (altezza via Tunisi)	801	0	365	0	23	0	8	0	2	0	1199
42	Via Cavour	823	0	326	0	33	0	38	0	4	0	1224
43	Via Cala	2290	1575	482	230	172	138	4	0	16	29	4936
44	Via Roma (piazza San Domenico)	967	0	671	0	60	0	31	0	0	0	1729

Tabella 3-Rilievi veicolari utilizzati per la correzione e la validazione del modello di trasporto

### 3 MODELLO DI TRASPORTO

Come anticipato in premessa, l'analisi trasportistica si avvale di un modello di trasporto multimodale. Nei paragrafi seguenti si riportano le caratteristiche del modello di offerta e di domanda.

#### 3.1 ZONIZZAZIONE

La definizione dell'area di studio costituisce la fase preliminare per la definizione del modello. Per analizzare l'impatto del sistema di trasporto pubblico di Palermo nello stato attuale, di riferimento e di progetto, è stata ritenuto significativo considerare un'area vasta quanto l'intera Sicilia, con l'esclusione delle province di Ragusa, Siracusa e Catania, sufficientemente distanti per non influire sul sistema di mobilità di Palermo. Le province di Enna, Caltanissetta, Trapani, Siracusa ed Agrigento coprono il 98% degli spostamenti verso il comune di Palermo che hanno origine nella fascia oraria di interesse per riprodurre gli spostamenti dell'ora di punta del comune capoluogo. L'area di studio



è stata suddivisa in unità discrete, le zone, in cui vengono clusterizzate le aree con caratteristiche socio-economiche omogenee.

### 3.1.1 Metodologia per la definizione delle zone

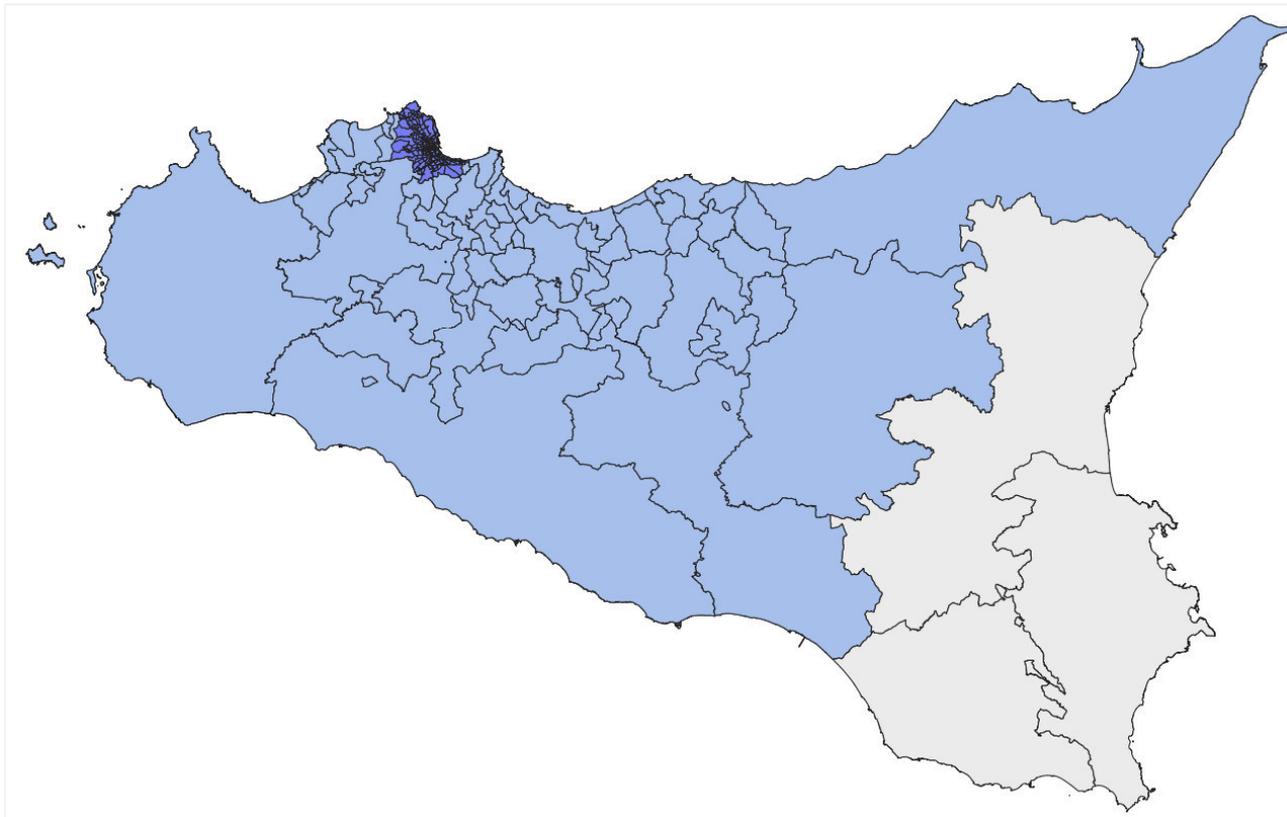
La base di partenza per la definizione delle zone è costituita dalle sezioni censuarie ISTAT, per le quali sono noti, tramite censimento, i residenti e gli addetti. Ogni spostamento diretto o proveniente da una determinata zona si suppone destinato/originato in un punto fittizio, detto centroide. Le zone del modello possono coincidere con le zone censuarie ISTAT o essere il risultato di un'aggregazione opportuna di esse. Nella definizione del perimetro delle zone si tengono in considerazione i seguenti criteri:

- Elementi di separazione fisica sia naturali che artificiali (fiumi, ferrovie, etc.) costituiscono un confine di zona, dal momento che il loro attraversamento influisce sulle dinamiche di mobilità;
- Aree appartenenti ad una stessa zona devono avere caratteristiche omogenee dal punto di vista socio-economico, di utilizzo del suolo e dal punto di vista trasportistico (in termini di tempi di viaggio);
- I limiti amministrativi rappresentano dei limiti anche nella definizione delle zone.

Le zone esterne al comune nella provincia di Palermo hanno dimensione comunale o sono costituite da aggregazione di comuni; le zone fuori dalla provincia di Palermo hanno dimensione provinciale.

### 3.1.2 Zonizzazione e attributi delle zone

La Figura 5 riporta la rappresentazione territoriale generale del modello.



**Figura 8 - Zonizzazione del modello**

La zonizzazione si compone di 257 zone, di cui

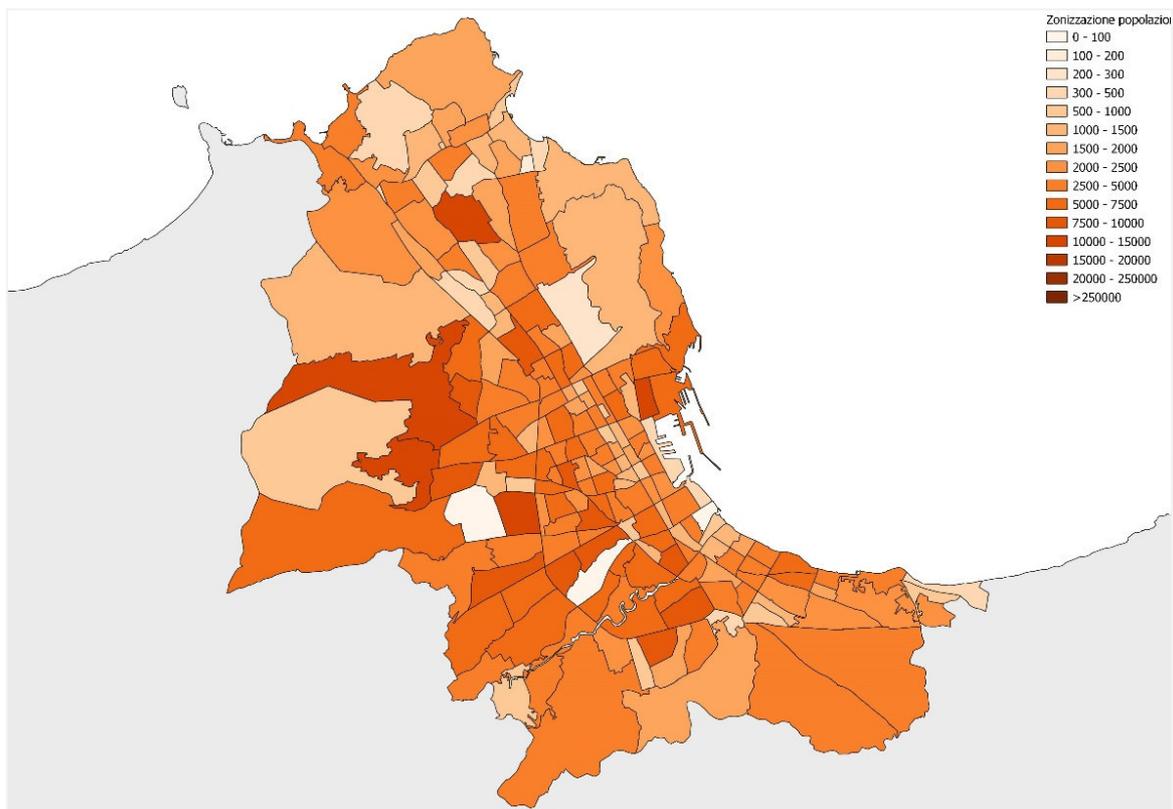
- 191 interne al comune di Palermo;
- 66 esterne al comune di Palermo.

Il territorio delle provincie di Catania, Siracusa e Ragusa è stato ritenuto marginale e non considerato nella presente Analisi

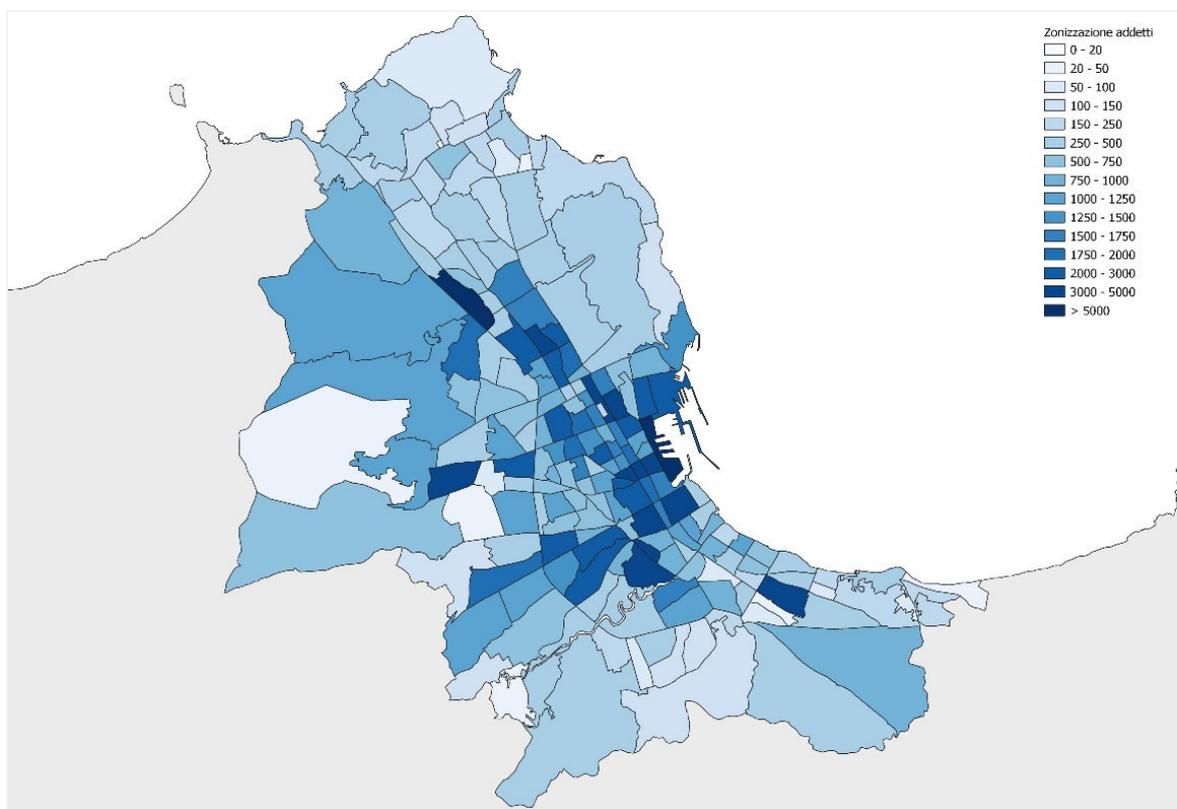
Ad ogni zona sono associati degli attributi socio-demografici che ne definiscono le capacità generative e attrattive nei confronti della mobilità. Tali attributi derivano dai dati sulla popolazione e sugli addetti del censimento ISTAT, e in particolare:

- pop2011: popolazione 2011 (dato censimento ISTAT 2011);
- p19: popolazione di età compresa fra 14 e 19 anni;
- p2064: popolazione di età compresa fra 20 e 64 anni;
- p65: popolazione di età superiore o uguale a 65 anni;
- add2011: addetti 2011 (dato censimento ISTAT 2011).

La Figura 6 e la Figura 7 riportano la distribuzione rispettivamente della popolazione e degli addetti nelle zone interne del comune di Palermo.



**Figura 9 - Distribuzione della popolazione tra le zone interne**



**Figura 10 - Distribuzione degli addetti nelle zone interne**

Si riportano di seguito i risultati ottenuti incrociando i dati delle zone con le aree di influenza delle fermate ipotizzando dei “buffer” di 300 m per lato dalle stesse, distanza adeguata al percorso

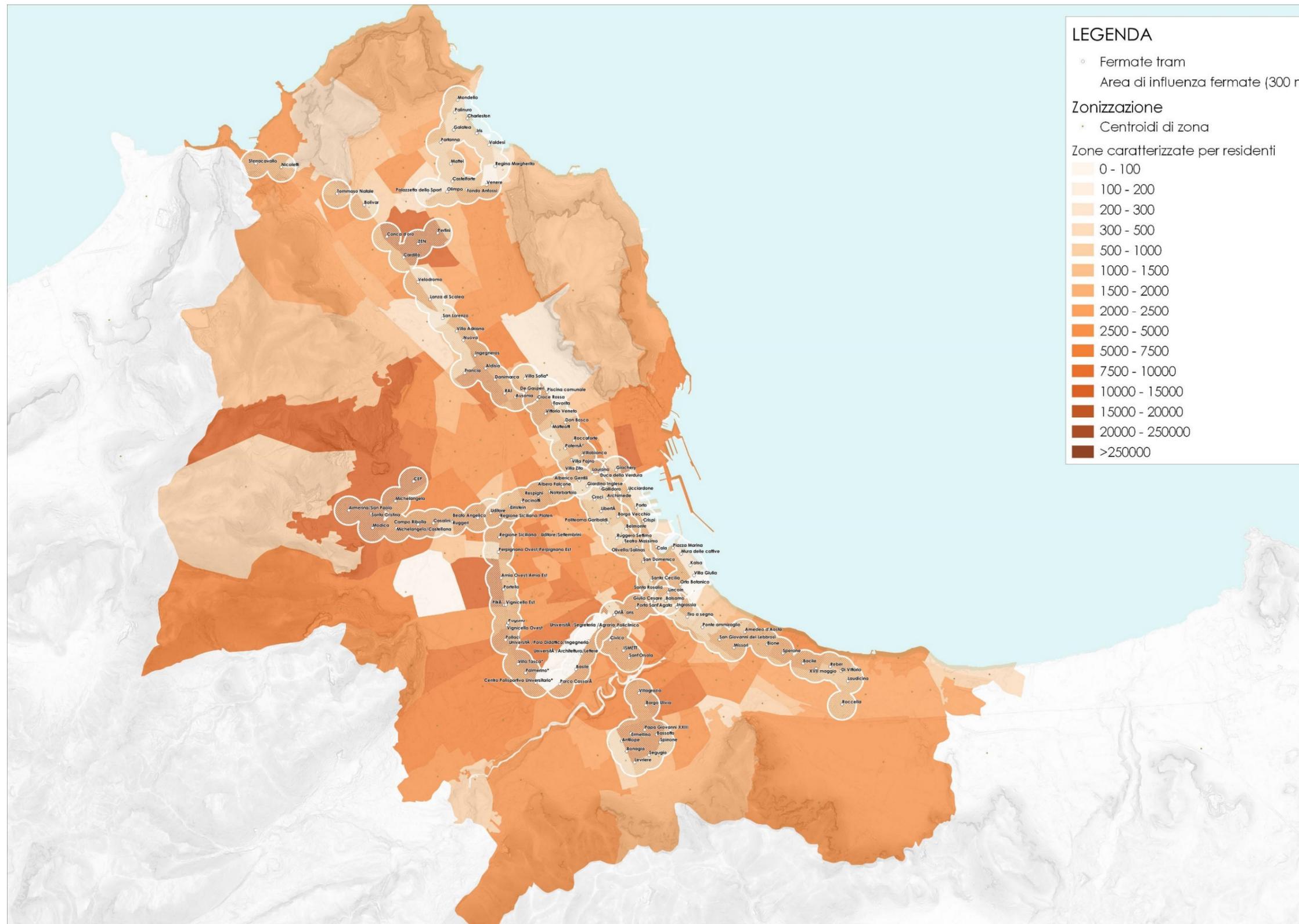


pedonale di un utente che intende raggiungere il servizio, tenuto conto che le stesse fermate del servizio tranviario distano fra loro circa 300 m. La domanda, intesa come popolazione residente, e l'attrazione, intesa come addetti, è proporzionale all'area della zona che ricade nel buffer di influenza della fermata. Se la stessa area ricade in buffer di fermate differenti appartenenti alla stessa linea è stata considerata una sola volta per la stima del valore di domanda/attrazione.

Linea	Domanda	Attrazione
TRAM1	34 583	6 977
TRAM2A-	40 050	15 957
TRAM2B	36 281	15 603
TRAM4	66 246	24 096
TRAM6	35 047	26 078
TRAM7A	48 628	25 680
TRAM 7B	12 362	7 096
TRAM8	40 348	11 686
TRAM 9A	33 721	11 081
TRAM 9B	30 275	30 275

*Tabella 4 - Domanda ed attrazione potenziale delle linee tram dello scenario di progetto*

Si riportano di seguito le immagini dei bacini di influenza potenziali delle linee tram di progetto sulle zone tematizzate per residenti ed addetti.



**LEGENDA**

- Fermate tram
- Area di influenza fermate (300 m)

**Zonizzazione**

- Centroidi di zona

**Zone caratterizzate per residenti**

0 - 100
100 - 200
200 - 300
300 - 500
500 - 1000
1000 - 1500
1500 - 2000
2000 - 2500
2500 - 5000
5000 - 7500
7500 - 10000
10000 - 15000
15000 - 20000
20000 - 250000
>250000

**Figura 11 - Area di influenza delle fermate sulle zone del modello caratterizzate per residenti**

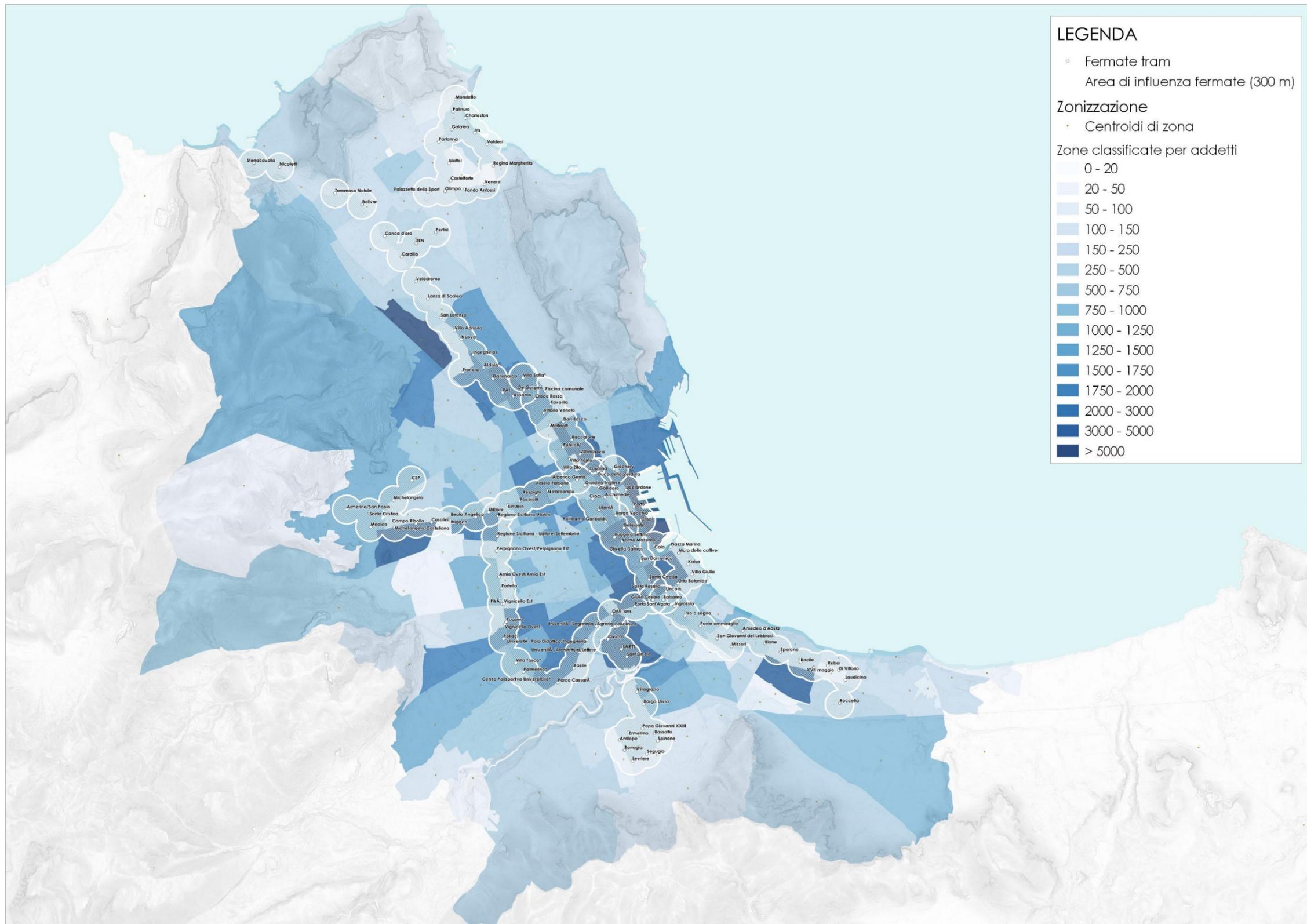


Figura 12 - Area di influenza delle fermate sulle zone del modello caratterizzate per addetti



### 3.2 MODELLO DI OFFERTA

Il grafo privato è caratterizzato con i seguenti attributi:

- id – identificativo univoco dell'arco;
- id\_from – nodo di partenza;
- id\_to – nodo di fine;
- t0 – tempo di percorrenza in condizioni di flusso libero;
- a, b – parametri della funzione di costo BPR;
- c - capacità totale dell'arco;
- e - costo del pedaggio calcolato come lunghezza per il costo chilometrico del pedaggio se presente;
- f - lunghezza dell'arco;
- tipo (motorway, primary, trunk, secondary);
- cap\_corsia – capacità della sezione espressa in veicoli/ora;
- kph – velocità di base dell'arco;
- cap\_corsia – capacità di deflusso per singola corsia di marcia;
- n\_corsie – numero di corsie per senso di marcia.

Gli attributi che caratterizzano il grafo concorrono a determinare le cosiddette funzioni di costo, ovvero relazioni matematiche che esprimono il costo generalizzato dell'arco in funzione delle sue caratteristiche fisiche e funzionali e in funzione del flusso (numero di veicoli che attraversa la sezione, in tal caso l'arco, nell'unità di tempo scelta).

Le curve di deflusso utilizzate sono di tipo BPR ed hanno la seguente forma:

$$t = t_0[1 + a * (f/c)^b]$$

Dove:

- t - tempo di percorrenza dell'arco;
- t<sub>0</sub> - tempo di percorrenza dell'arco a flusso libero, calcolato come rapporto fra lunghezza dell'arco e velocità a flusso libero;
- f - flusso sull'arco (ottenuto dall'assegnazione);
- C - capacità dell'arco (massimo flusso orario atteso in una sezione uniforme in un dato periodo di tempo);
- a (“alpha”) e b (“beta”) - parametri della funzione di costo.

L'attribuzione della funzione di costo è effettuata in ragione della classifica funzionale della maglia viaria e rispetto a questa classificazione vengono definiti i parametri “a” e “b”.



Tipo	Num. corsie	kph (km/h)	a (=alpha)	b (=beta)
Motorway	2	100	0,64497	4,06443
Trunk	2	70	0,68652	4,07118
Primary	1	50	0,68010	4,12816
Secondary	1	50	0,68010	4,12816
Secondary link	1	40	0,71759	4,10619
Tertiary	1	50	0,64497	4,15229
Residential	1	30	0,52387	4,15229

Tabella 5 - Parametri per tipologia di strada

Si riporta di seguito il numero di elementi che compongono il grafo stradale, distinti per tipologia. Il numero di elementi rimane invariato nei tra scenari di simulazione, variano invece le caratteristiche degli archi; laddove il sedime tranviario occupa la sede stradale si ipotizza infatti una riduzione di capacità.

Tipo	Numero elementi
Connettori	836
Archi stradali	2 646
<b>Totale</b>	<b>3 482</b>

Tabella 6 – Numero di elementi che compongono il grafo stradale

L'assegnazione pubblica è invece effettuata tramite assegnazione a frequenza, basata sul calcolo degli ipercammini per ciascuna coppia origine destinazione. Ciascun elemento del grafo pubblico è caratterizzato dai seguenti attributi:

- id, identificativo univoco dell'elemento;
- nf, nodo di partenza;
- nt, nodo di fine;
- tn, tempo di percorrenza dell'elemento in minuti;
- n, numero di servizi nell'ora di punta.

Gli elementi che riproducono il servizio pubblico all'interno del grafo sono:

- Arco: arco di corsa del servizio pubblico, corrispondente alla tratta tra due fermate successive; è caratterizzato dal tempo di percorrenza fermata-fermata così come riportato nell'orario al passeggero;
- Presalita: arco di accesso alla fermata, caratterizzato da un tempo di percorrenza simbolico di 1 minuto: è funzionale al calcolo del tempo di attesa nel modello di assegnazione a frequenza;
- Salita: arco di accesso al mezzo pubblico, caratterizzato dal numero di servizi nell'ora di punta;
- Discesa: arco di egresso dal mezzo e di allontanamento dalla fermata verso la rete pedonale, è caratterizzato da un tempo di percorrenza dipendente dal tipo di servizio.

I servizi pubblici insistono sulla rete pedonale: da qui è possibile accedere dalle zone ai servizi pubblici e scegliere la fermata più vantaggiosa in termini di tempo di attesa e di viaggio.

Si riporta di seguito il numero di elementi che compongono i grafi nei vari scenari di simulazione.



Tipologia	Attuale	Riferimento	Progetto
Archi	36949	36340	35762
Connettori	542	542	542
Archi di discesa	2929	2314	1728
Archi di presalita	1385	1266	1056
Archi di salita	2929	2314	1727
Nodi	17853	17124	16361

Tabella 7 – Numero di elementi del grafo pubblico

Modo	Tipo	Attuale	Riferimento	Progetto
extraurbano	arco	104	92	92
	discesa	104	92	92
	salita	104	92	92
tram	arco	95	198	346
	discesa	95	198	346
	salita	95	198	346
treno	arco	82	96	96
	discesa	82	96	96
	salita	82	96	96
urbano	arco	2648	1916	1198
	discesa	2648	1916	1198
	salita	2648	1916	1198
pubblico	presalita	1385	1266	1056
pedonale	arco	34020	34026	34030
	connettore	542	542	542

Tabella 8 – Numero di elementi del grafo pubblico distinti per tipo di servizio (urbano, extraurbano, tram, ferro) e modo (pedonale)

### 3.3 IL MODELLO DI DOMANDA

Lo studio trasportistico si basa su un modello di trasporto multimodale dell'ora di punta mattutina del giorno feriale medio; in particolare sono oggetto di indagine e simulazione specifica le componenti di domanda privata e pubblica (su ferro e gomma) del trasporto, ma entra nella catena modellistica anche i modi moto, bici e soprattutto il pedonale, data la sua rilevanza non trascurabile nell'indagine delle dinamiche urbane di mobilità.

Sul lato della domanda, il modello si compone di due componenti:

- sistematica;
- non sistematica.

Il riferimento per la ricostruzione della componente sistematica è l'indagine del pendolarismo ISTAT 2011, aggiornata con indagini locali successive, mentre la componente non sistematica è stata ricostruita sulla base dei dati disponibili dei principali poli attrattori della città.

Per quanto riguarda la **generazione** e la **distribuzione** degli spostamenti per la prima componente si fa riferimento a dati ISTAT.

Per quanto riguarda la componente non sistematica, generazione e distribuzione degli spostamenti derivano da un modello di tipo gravitazionale basato su residenti ed addetti delle zone interne al comune di Palermo.



Per la **scelta modale** è stato sviluppato un modello specifico di tipo logistico multinomiale, che si applica ad entrambe le componenti di domanda.

Per il **modello di assegnazione** sono state implementate per ogni scenario di simulazione le reti privata, pubblica e pedonale. Si distinguono:

- grafo stradale comprendente ogni strada necessaria a garantire il collegamento interzonale;
- grafo pedonale per il calcolo degli attributi specifici del modo pedonale;
- grafo bici per il calcolo degli attributi specifici del modo bici, si distingue dal grafo pedonale per le sole velocità di flusso libero,
- grafo pubblico, che comprende al suo interno:
  - linee autobus urbane ed extraurbane previste;
  - i servizi ferroviari;
  - le linee tram attive nello scenario esaminato;
  - la rete pedonale che garantisce l'accesso ai servizi pubblici da ogni zona.

L'assegnazione del privato avviene con un'assegnazione all'equilibrio basata sul costo generalizzato.

L'assegnazione pubblica avviene invece con un modello a frequenza basato sugli ipercammini.

Per quanto riguarda l'ora di punta considerata nel modello si tratta della fascia oraria 7:30-8:30; infatti come riscontrato da pendolarismo 2011 l'orario di uscita che conta il maggior numero di spostamenti è la fascia numero 2 (7:15 – 8:14) per gli spostamenti interni al comune di Palermo:

Orario uscita	n°	%
1	61 461	23%
2	157 652	59%
3	35 060	13%
4	14 385	5%
<b>TOTALE</b>	<b>268 558</b>	

*Tabella 9 - Orario di uscita da casa, spostamenti interni a Palermo*

Nella selezione degli spostamenti nella matrice ISTAT si è quindi considerato l'orario di uscita 2 per tutti gli spostamenti generati nel comune di Palermo; è stato invece considerato l'orario di uscita 1, precedente alle 7:15 per gli spostamenti originati da altri comuni e dalle altre province considerate nella zonizzazione ipotizzando che questi spostamenti arrivino a gravare sulla rete urbana nell'ora di punta 7:30 – 8:30.

### 3.3.1 Componente sistematica: generazione e distribuzione degli spostamenti

La matrice del pendolarismo ISTAT 2011 fornisce gli spostamenti su base comunale, suddivisi per orario di uscita, motivo dello spostamento e mezzo. Si è quindi reso necessario riportare questi spostamenti sulla dimensione delle zone del modello, utilizzando i dati ISTAT restituiti su base provinciale che forniscono gli spostamenti del pendolarismo con riferimento alle sezioni censuarie. Questo secondo dataset non contiene però informazioni sull'orario di uscita e sul mezzo utilizzato



ed è utile quindi per definire la proporzione con cui ciascuna zona del modello genera gli spostamenti e come questi si distribuiscono verso le altre zone.

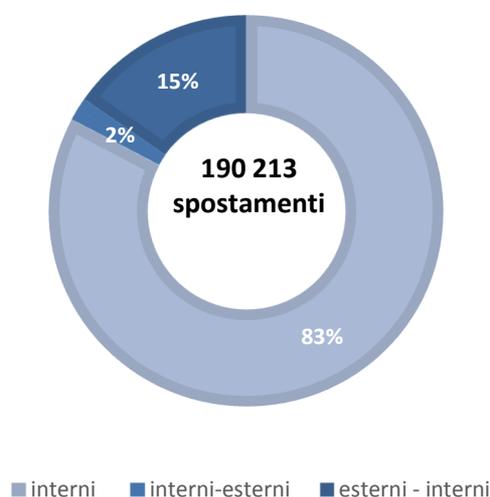
Si riporta di seguito la composizione della domanda estratta dalla matrice del pendolarismo ISTAT per l'estensione del modello studiato. Nella tabella si intende per spostamenti

- interni quelli originati o destinati nel comune di Palermo,
- esterni quelli originati o destinati dalle zone esterne al comune di Palermo.

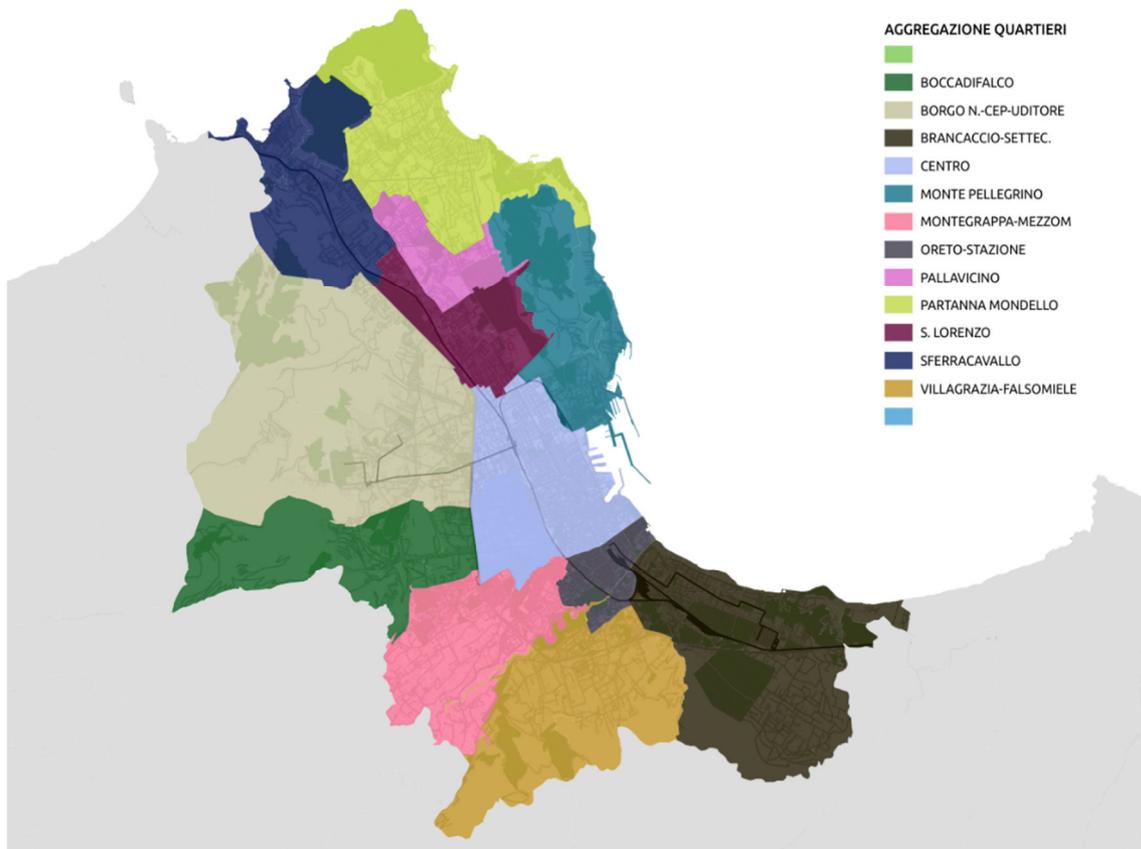
Si mette in evidenza che il totale degli spostamenti qui riportato non coincide con quello dei paragrafi successivi, in quanto nella fase di distribuzione degli spostamenti per la formazione della matrice sono stati esclusi tutti gli spostamenti che ricadono all'interno della stessa zona.

mezzo	interni, orario uscita 2	interni-esterni, orario uscita 2	esterni - interni, orario uscita 1	totale
treno	36	85	2 587	2 709
tram			42	42
autobus urbano	14 193	90	2 189	16 472
extraurbano	93	90	4 172	4 355
autobus aziendale o scolastico	1 122	33	448	1 603
auto privata come conducente	39 860	2 729	14 936	<b>57 525</b>
auto privata come passeggero	35 489	501	3 535	39 524
moto	18 353	153	1 011	19 517
bici	2 006	1	34	2 041
altro mezzo	199	4	51	254
piedi	46 045	8	119	46 172
<b>TOTALE</b>	<b>157 394</b>	<b>3 695</b>	<b>29 124</b>	<b>190 213</b>

Tabella 10 - Estrazione della domanda da matrice ISTAT sull'estensione del modello



La matrice risultante dal processo di generazione/distribuzione è visualizzata nel diagramma seguente: per facilità di lettura le 191 zone interne del comune di Palermo sono state aggregate in macrozone a partire dai limiti amministrativi dei quartieri comunali, come indicato in figura.



**Figura 13 - Visualizzazione della suddivisione del territorio comunale in zone per l'analisi delle direttrici di mobilità OD**

Si nota come la maggior parte degli spostamenti sia interna al centro storico esteso, che rappresenta anche la destinazione prevalente dagli altri quartieri. Le relazioni interne alle macrozone sono considerevoli e questo fa prospettare l'utilizzo del tram anche per spostamenti brevi di poche fermate, per i quali l'utilizzo del mezzo privato è sempre più ingiustificato: chiaramente la frequenza del servizio incide molto su questa prospettiva, dal momento che un tempo di attesa prolungato inciderebbe maggiormente in confronto a un tempo di viaggio breve. Le altre aree di attrazione della città sono il quartiere di San Lorenzo, servito dalla nuova linea TRAM9, e la zona della stazione, dove confluiscono le linee esistenti TRAM6, TRAM4 e la nuova linea TRAM7, che è immaginabile attragga/generi anche spostamenti di interscambio non visualizzati in questo diagramma. Il progetto infrastrutturale è stato accompagnato da un progetto di modello di esercizio, necessario per sfruttare al meglio l'infrastruttura ed i mezzi a disposizione.

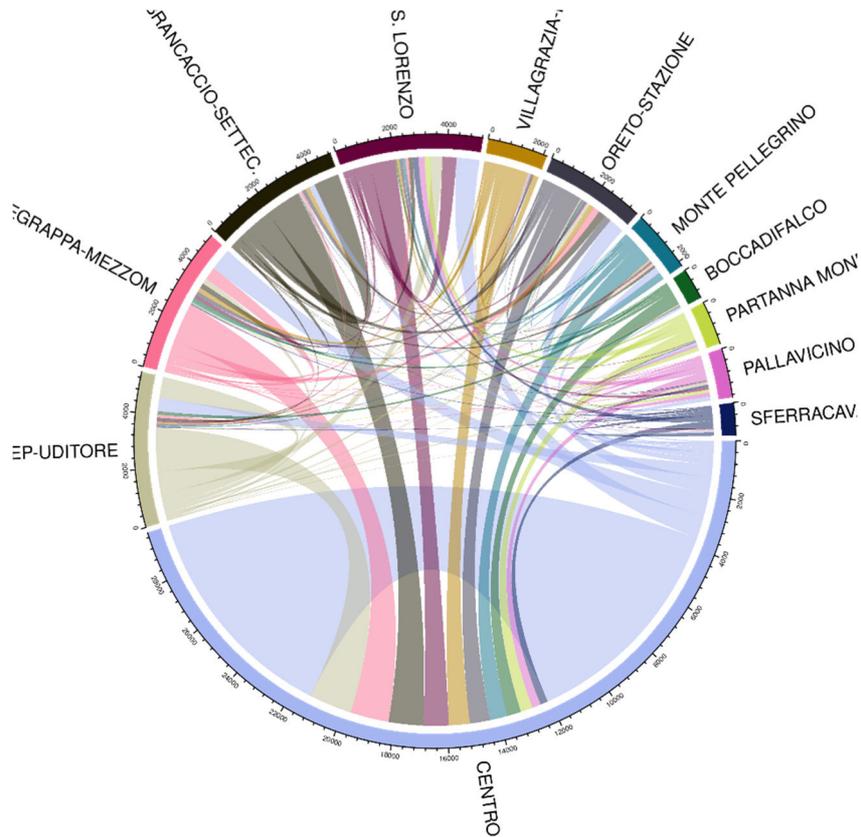


Figura 14 - Diagramma di analisi delle direttrici di mobilità OD

### 3.3.2 Componente non sistematica

Ad integrazione dei dati relativi alla componente sistematica è stato stimato il traffico indotto dai maggiori poli attrattori, nella fascia oraria di punta della mattina (7:30- 9:30) del giorno medio:

- gli ospedali e i centri medici;
- i centri commerciali;
- il Porto di Palermo;
- l'aeroporto Internazionale Falcone e Borsellino di Palermo-Punta Raisi.

I dati riguardanti l'aeroporto di Punta Raisi provengono dalla società GESAP che ne cura la gestione: a partire dal dato dei movimenti mensili di passeggeri durante il 2019, riportato in Tabella 4, è stata calcolata la media giornaliera, considerando la durata media mensile di 30 giorni. Per passare dalla media giornaliera a quella oraria, sono state considerate 16 ore giornaliere di attività.<sup>1</sup>

Mese	passeggeri
Gennaio	398,157
Febbraio	378,156
Marzo	461,090
Aprile	589,970
Maggio	656,406
Giugno	699,415
Luglio	775,265

<sup>1</sup> Dato ottenuto basandosi sugli orari dei voli.



Agosto	768,920
Settembre	714,589
Ottobre	611,580
Novembre	455,407
Dicembre	489,381
<b>totali</b>	<b>6,998,336</b>
<b>media mensile</b>	<b>583,195</b>
<b>media giornaliera</b>	<b>19,440</b>
<b>media oraria</b>	<b>1,215</b>

Tabella 11 - Passeggeri mensili dell'aeroporto di Punta Raisi

Per passare dalla stima dei passeggeri alla stima dei veicoli, è stato considerato un fattore di carico medio pari 1,2 passeggeri per veicoli. Si ottiene quindi un numero di veicoli indotti dall'aeroporto pari a 1,013, equamente suddivisi tra attratti e generati (per cui si considerano 507 veicoli attratti e 506 veicoli generati).

Per quanto riguarda il Porto di Palermo, nel 2019 i movimenti complessivi dei passeggeri di traghetti, tratte brevi e navi da crociera sono stati 762 901 in ingresso e 773 166 in uscita, a cui si sommano 418 534 passeggeri in transit, dati che nel complesso si distaccano in misura estremamente contenuta dai dati dell'anno precedente. La Tabella 5 riporta i dati dei movimenti passeggeri nell'ultimo biennio.

Anno	passeggeri			
	Attratti (IN)	Generati (OUT)	Transit	Tot
2018	752,581	733,522	500,838	1,986,941
2019	762,901	773,166	418,534	1,954,601

Tabella 12 - Movimento dei passeggeri nel porto

Per avere una stima del traffico indotto, è stata seguita la stessa procedura utilizzata per l'aeroporto, passando quindi dai totali annui alla media mensile, quindi a quella giornaliera ed oraria, considerando un periodo di attività giornaliero di 13 ore<sup>2</sup>.

Anno	Passeggeri	
	Attratti (IN)	Generati (OUT)
2018	100,3000	983,941
2019	972,168	982,433
media	987,584	983,187
media mensile	82,299	81,932
media giornaliera	2,743	2,731
media oraria	211	210
Veicoli	176	175

Tabella 13 - Stima dei veicoli attratti e generati dal porto mediamente in un'ora

<sup>2</sup> Secondo gli orari pubblicati dall'AdSP del Mare di Sicilia Occidentale.



Per quanto riguarda gli altri poli, sono stati messi a disposizione i dati riguardanti tre centri commerciali e sei centri medici (ospedali e cliniche). Per avere una stima del traffico indotto nell'ora di punta, è stata impiegata la procedura proposta dal manuale Trip Generation 10th edition, redatto dall'ITE<sup>3</sup>. Il manuale offre una stima dei veicoli attratti e generati in base alla destinazione di uso del suolo e ad una variabile indipendente, generalmente la superficie utile lorda o il numero di addetti. Tuttavia alcune destinazioni d'uso particolari possono dipendere da variabili più specifiche come i posti letto per gli ospedali.

È da tenere presente che le stime ottenute con la procedura ITE si basano su campagne di ricerca e rilievo condotte negli Stati Uniti: riguardano quindi principalmente la componente di mobilità privata come modo esclusivo a disposizione degli utenti, in un'equivalenza tra auto e utenti generati/attratti.

La Tabella 7 riporta sinteticamente i veicoli attratti e generati da ciascun centro nell'ora di punta della mattina.

Ora di punta della mattina						
Nome	Destinazione d'uso	variabile indipendente		weekday A.M. peak hour		
				tot	generati	attratti
Centro Commerciale Conca d'Oro	Centro Commerciale	1,200	Addetti	2,052	985	1,067
Centro Commerciale Forum	Centro Commerciale	1,540	Addetti	2,633	1,264	1,369
Centro Commerciale La Torre	Centro Commerciale	580	Addetti	922	443	479
Ospedale Civico	Centro Medico	683	Posti letto	1,269	368	901
Ospedale <i>Di Cristina</i>	Centro Medico	188	Posti letto	378	110	268
Clinica <i>La Maddalena</i>	Centro Medico	80	Posti letto	184	53	131
Ospedale <i>Cervello</i>	Centro Medico	650	Posti letto	1,210	351	859
Policlinico	Centro Medico	556	Posti letto	1,041	302	739
Centro ISMETT	Centro Medico	95	Posti letto	193	56	137
		<b>Complessivi</b>		<b>8,672</b>	<b>3,581</b>	<b>5,091</b>

Tabella 14 - Traffico indotto dai centri commerciali e medici nell'ora di punta della mattina del giorno feriale medio

In sintesi, il numero di veicoli attratti e generati da ciascun polo di interesse è riportato in Tabella 8.

Traffico indotto [veicoli]		
Nome del polo	Attratti	Generati
Porto di Palermo	176	175
Aeroporto di Punta Raisi	507	506
Centro Commerciale Conca d'Oro	1,067	985
Centro Commerciale Forum	1,369	1,264

<sup>3</sup> Institute of Transportation Engineers



Centro Commerciale la Torre	479	443
Ospedale <i>Civico</i>	901	368
Ospedale <i>Di Cristina</i>	268	110
Clinica <i>La Maddalena</i>	131	53
Ospedale <i>Cervello</i>	859	351
Policlinico	739	302
ISMETT	137	56
<b>Totale</b>	<b>5,774</b>	<b>4,262</b>

Tabella 15 - Veicoli attratti e generati dai poli di interessi nell'ora di punta della mattina

I dati relativi ai veicoli sono stati trasformati in persone ipotizzando un coefficiente di riempimento cautelativo pari a 1.2, anche se tale coefficiente è lievemente sottostimato per viaggi di motivazione non sistematica. La generazione e distribuzione degli spostamenti totali così ottenuti è stata impostata sulla base di un modello di tipo gravitazionale basato sul volume di residenti in origine ed addetti in destinazione delle zone interne al comune di Palermo.

### 3.3.3 Il modello di ripartizione modale

La calibrazione del modello di scelta modale è frutto di un processo iterativo che alimenta il modello di assegnazione con le matrici modali e riprende dai risultati di questo gli attributi associati ai percorsi Origine-Destinazione nei vari modi. Mentre gli attributi dei modi pubblici e deboli non dipendono dal flusso assegnato, per la componente privata all'inizio viene assegnata sulla rete una *matrice zero*, ovvero quella più verosimile disponibile utile a calcolare i primi attributi; successivamente è necessario però riassegnare la matrice privata per calcolare attributi più precisi, legati alle condizioni di deflusso ottenute sulla rete e validate tramite confronto con i carichi registrati sugli archi stradali.

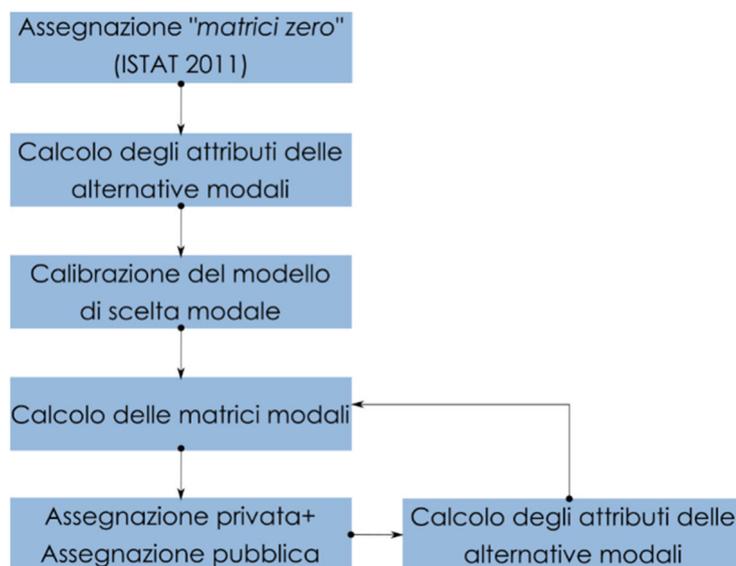


Figura 15 - Processo scelta modale



Con riferimento al modello di ripartizione modale, il modello discreto utilizzato è di tipo Logit multinomiale, il quale offre il miglior compromesso fra le capacità descrittive del modello, complessità dell'algoritmo di calcolo e livello di accuratezza dei dati

La forma funzionale del modello di scelta ad oggi sviluppato è stata raggiunta al termine di un processo di tipo "trial and error" per la definizione degli attributi delle utilità sistematiche e per la loro formulazione su un contesto urbano italiano simile per volumi di spostamento a quello di Palermo, in assenza di dati specifici relativi alla realtà urbana oggetto di analisi. Il modello così ottenuto è stato poi ricalibrato sulla base dei dati aggregati relativi alla città di Palermo stessa, ottenuti dall'indagine ISTAT 2011 corretta con le indagini locali successive, per portare l'errore di stima della componente pubblica inferiore al 5%.

Per la calibrazione del modello discreto di scelta modale è stato utilizzato il software Biogeme<sup>4</sup>, che permette di cercare la forma delle funzioni di utilità che massimizzi la verosimiglianza del modello. La qualità dell'esplicitazione è determinabile tramite un test informale, che ne valuti prima di tutto il segno (positivo per gli attributi a cui l'utenza assegna generalmente un'utilità positiva e negativo per il contrario) e quindi la significatività tramite t-test.

Il modello di split differenzia le seguenti componenti della mobilità:

1. auto (conducente);
2. mezzo pubblico;
3. motocicli;
4. biciclette;
5. pedoni.

Per ciascuna delle componenti, l'esplicitazione analitica dell'utilità specifica è la seguente:

$$V_{\text{bici}} = \beta_{\text{TEMPO}} \cdot t_{\text{BICI}} + \beta_{\text{ZCS}} \cdot \text{ZTL} + \beta_{\text{BICI}}$$

$$V_{\text{auto}} = \beta_{\text{TEMPO}} \cdot t_{\text{AUTO}} + \beta_{\text{PARK}} \cdot c_{\text{PARK}} + \beta_{\text{AUTO}}$$

$$V_{\text{moto}} = \beta_{\text{TEMPO}} \cdot t_{\text{MOTO}} + \beta_{\text{MOTO}}$$

$$V_{\text{pede}} = \beta_{\text{TEMPO}} \cdot t_{\text{PIEDE}} + \beta_{\text{ZCS}} \cdot \text{ZTL}$$

$$V_{\text{pubblico}} = \beta_{\text{TEMPO}} \cdot t_{\text{PUBB}} + \beta_{\text{TRA}} \cdot \text{tra} + \beta_{\text{ZTL}} \cdot \text{ZTL} + \beta_{\text{TRAM}} \cdot \text{TRAM}$$

dove:

$\beta_{\text{TEMPO}}$ : coefficiente specifico relativo al tempo di viaggio con ciascuna alternativa modale;

$\beta_{\text{PARK}}$ : coefficiente specifico relativo al costo del parcheggio  $c_{\text{PARK}}$ ;

$\beta_{\text{ZTL}}$  variabile dummy afferente alla destinazione in ZTL, dove la variabile ZTL vale 1 o 0 a seconda che la destinazione sia una zona ZTL;

$\beta_{\text{BICI}}$ ,  $\beta_{\text{AUTO}}$ ,  $\beta_{\text{MOTO}}$ : coefficiente specifico dei vari mezzi;

$\beta_{\text{TRA}}$ : coefficiente relativo al mezzo pubblico e rappresentativo della lunghezza media a bordo di ogni singolo mezzo utilizzato nella catena degli spostamenti, dato dal rapporto tra la lunghezza totale del

---

<sup>4</sup> Bierlaire, M. (2003). *BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models*, Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference, Ascona, Switzerland



viaggio con i mezzi pubblici e il numero di trasbordi: il suo inserimento al posto del numero di trasbordi si basa sul fatto che l'utente che compie un viaggio lungo è maggiormente predisposto ad effettuare un trasbordo rispetto a chi ne effettua uno più corto;

$\beta_{\text{TRAM}}$ : coefficiente relativo alla dummy TRAM, che assume valore 1 se il tram è tra i mezzi disponibili nella catena degli spostamenti della specifica coppia OD: tale addendo ricrea la percezione del comfort di viaggio del tram nel sistema degli spostamenti pubblici urbani.

I tempi di percorrenza ed i costi con i vari modi per ogni Origine-Destinazione vengono calcolati in un processo iterativo che consiste nel calcolo degli attributi, l'applicazione del modello di split, la successiva assegnazione delle matrici modali e il ricalcolo degli attributi da inserire nel modello di split fino a convergenza. In particolare, le prime iterazioni dell'assegnazioni pedonale, bici e pubblica sono state effettuate utilizzando la matrice unitaria completa, dal momento che la scelta del percorso per questi modi prescinde dalla capacità e non dipende dal livello di congestione.

Dall'osservazione dei dati di calibrazione è evidente la diversa distribuzione territoriale della scelta tra i modi disponibili: si è scelto quindi di mantenere un'unica esplicitazione funzionale del modello di scelta ma di calibrare separatamente i coefficienti  $\beta$ , distinguendo le coppie Origine-Destinazione interne al comune di Palermo da quelle che si spostano tra il comune di Palermo e il resto della provincia. Si riportano di seguito i coefficienti del modello di ripartizione modale:

coeff modello	time	parc	ztl	tra	tram	auto	moto	bici	piede
PALERMO SPOSTAMENTI INTERNI COMUNE	-0.0191	-0.18	0.368	0.063	0.11	0.5508	-0.7236	-2.60865	0.1968
PALERMO SPOSTAMENTI COMUNE- PROVINCIA	-0.0191	-0.18	0.368	0.063	0.1	2.2032	-2.3517	-2.60865	0.0738

**Tabella 16 - Coefficienti del modello di scelta modale**

### 3.3.4 Modello di scelta del percorso

Come anticipato nel paragrafo precedente, il modello di assegnazione dei flussi sulla rete è distinto per modo privato e modo pubblico. Il modello di scelta del percorso del modo privato si basa sull'assegnazione all'equilibrio, mentre il pubblico sull'assegnazione a frequenza.

E' necessario descrivere una modifica introdotta al consueto modello di assegnazione agli ipercammini, che di per sé non risente della capacità del servizio pubblico. In questo caso, però, il vincolo rappresentato dal modello di esercizio della rete nella configurazione di riferimento, ha richiesto l'implementazione di una specifica catena modellistica che permettesse di ripartire la domanda non soddisfatta dall'offerta di trasporto pubblico a causa delle sovra-saturazioni delle capacità disponibili in termini di posti offerti. La domanda in eccedenza, ove non soddisfabile con il TPL su gomma, è stata nuovamente ripartita tra i modi disponibili. Questa procedura è stata applicata solo nello scenario di riferimento, dal momento che in quello di progetto il modello di



esercizio è stato modificato fino a trovare la configurazione che ha permesso di servire tutta la domanda potenziale pubblica stimata dall'applicazione del modello di scelta modale.

### 3.3.5 Validazione del sistema di modelli

Si riporta di seguito il confronto fra i risultati ottenuti attraverso l'applicazione della catena modellistica sviluppata e le fonti statistiche e i rilievi a disposizione. Per quanto riguarda la scelta modale si mette a confronto la ripartizione modale secondo ISTAT 2011 aggiornata con le indagini successive e quella ottenuta dall'applicazione del modello. Si riportano di seguito i principali risultati del confronto a diverse scale territoriali.

		totale	auto cond	auto pass	pubb	moto	bici	piede	diff
<b>COM. PALERMO</b>	ISTAT	136537	36 383	30 011	12 592	16 320	1 784	25 065	
	MODELLO		37 963		13 230	15 816	1 681	23 455	5.07%
<b>PALERMO PROV.</b>	ISTAT	37 432	19 749	4 341	11 991	1 188	35	0.72	
	MODELLO		19 958.17		11 687.27	1 103.88	81.04	133.90	-2.54%
<b>ALL PROV.</b>	ISTAT		56 133	34 352	24 583	17 508	1 820	25 065	
	MODELLO		57 9214		24 917	16 920	1 762	23 589	1.36%
<b>ALL</b>	ISTAT	176 8668	57 045	34 523	26 387	17 519	1 820	25 065	
	MODELLO		58 833		26 719	16 931	1 762	23 590	1.26%

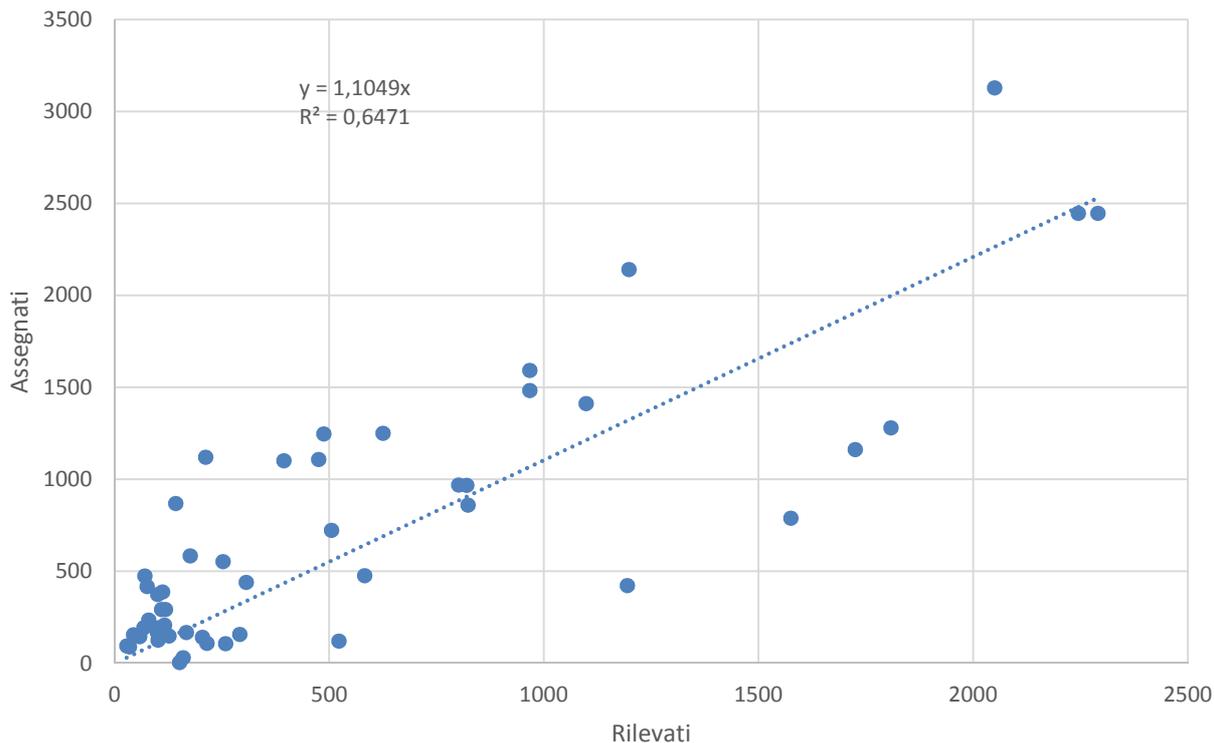
*Tabella 17 - Confronto ISTAT con i risultati derivanti dall'applicazione del modello*

Come si può vedere dalla Tabella 11, applicando il modello di scelta modale si ottiene una ripartizione modale molto vicina a quella dell'indagine ISTAT, con errore massimo del 5% con riferimento al territorio comunale.

Un altro elemento di validazione è rappresentato dai flussi stradali: le verifiche eseguite riguardano la capacità del modello di riprodurre i tempi di percorrenza della rete stradale reale e la distribuzione dei flussi sugli archi simulati.

I flussi ottenuti dall'assegnazione stradale sono stati confrontati con i rilievi stradali registrati nel mese di febbraio 2017 (assunto quindi come anno di calibrazione)

Il confronto evidenzia una leggera sovrastima dei flussi stradali assegnati rispetto a quelli rilevati nella medesima ora di punta, come mostrato dal coefficiente angolare della retta che rimane comunque intorno al valore unitario. Tale sovrastima è da imputare molto probabilmente all'intrinseca mancata rappresentazione di tutte le dinamiche di deflusso in un modello di tipo macro: per ambiti congestionati come quello in oggetto, la rappresentazione della realtà è più precisa con modelli di tipo micro, più complessi e di un livello di dettaglio eccessivo rispetto alle necessità legate alle valutazioni oggetto di questa istanza.



**Figura 16 - Confronto flussi assegnati rilevati**

### 3.4 ESPANSIONE DELLA DOMANDA E PROIEZIONE NEGLI SCENARI FUTURI

#### 3.4.1 Espansione dal periodo di riferimento ai valori giornalieri ed annui

I coefficienti di espansione sono necessari per la stima dei carichi annui a partire dai dati relativi all'ora di punta mattutina simulata nel modello di trasporto.

I range di espansione definiti nell'Addendum sono i seguenti:

- 7-12 ore equivalenti per il passaggio dall'ora di punta al giorno;
- 250-300 giorni per il passaggio da giorno ad anno.

I coefficienti relativi al modello in oggetto sono stati individuati all'interno di questa fascia, considerando l'andamento giornaliero del traffico desumibile dai dataset di rilievo dei flussi veicolari disponibili. In particolare, si è lavorato con il dato di partenza dell'andamento giornaliero riportato nel PGTU, ma desunto da campagne di rilievo precedenti, inferendo ed aggiornando questo dato con i valori di rapporto tra ore di morbida e ore di punta estratti dai rilievi veicolari condotti per il PGTU nella fascia oraria 07:30-11:30 su 85 postazioni urbane.

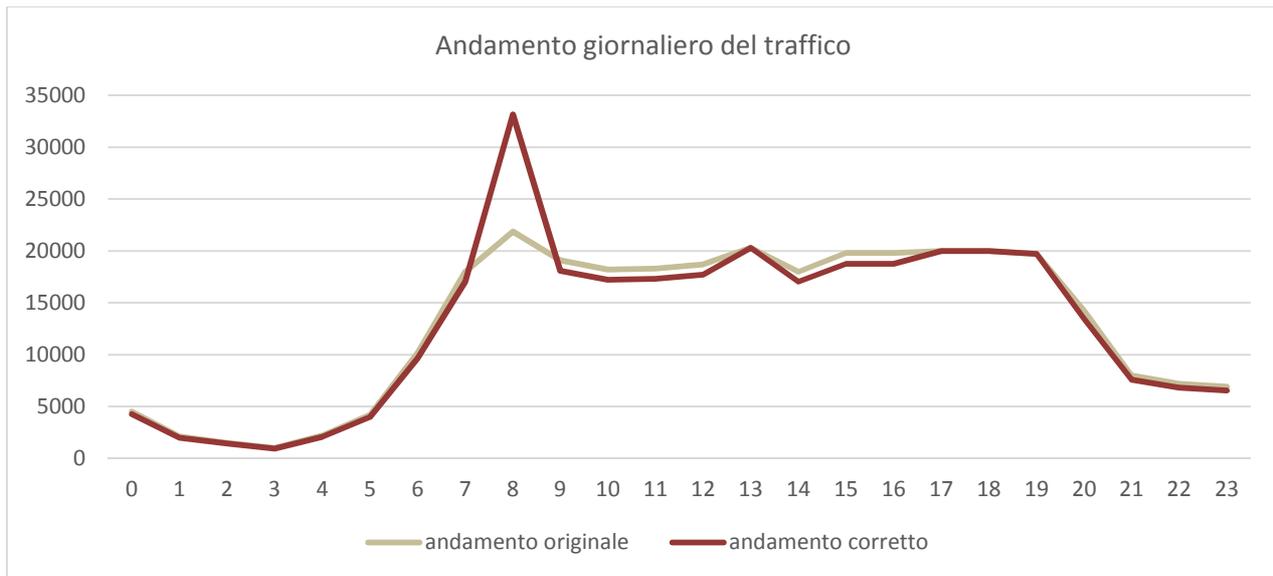


Figura 17- Andamento del traffico giornaliero corretto secondo i dati di traffico del PPGTU (85 postazioni)

Si nota come la correzione porti ad un aumento del peso dell'ora di punta sull'intera giornata, passando dal 6.97% al 10.57%, che corrisponde ad un fattore di **9.46**. Tale valore è stato assunto per l'espansione dei valori dei flussi veicolari.

Chiaramente non si può assumere che l'andamento dell'utilizzo del trasporto pubblico coincida con quello del traffico privato, ma il valore ottenuto rappresenta comunque un'indicazione per la scelta di un **fattore di passaggio all'ora di punta** diverso dal minimo. In particolare, si assume quanto segue:

- per le linee tram si assume un fattore pari a **8**, quindi leggermente superiore a quello minimo ma inferiore a quello delle auto, in quanto si ipotizza un uso maggiore da parte della componente sistematica rispetto alle modalità private;
- per la linea TRAM6 si assume un fattore di passaggio al giorno pari a **9**, dato il suo collocamento interno al centro ed alla ZTL e quindi una funzione legata in modo minore al servizio sistematico.

Il conteggio dei giorni anno è stato valutato a partire dal numero di giorni scolastici e lavorativi e considerando di nuovo il rapporto tra il traffico nei giorni feriali e quelli non lavorativi e festivi, riportato nel PGTU di Palermo. In particolare, con riferimento al traffico privato vale quanto segue:

- il sabato vale 95% del giorno feriale medio
- la domenica vale il 77% del giorno feriale medio.

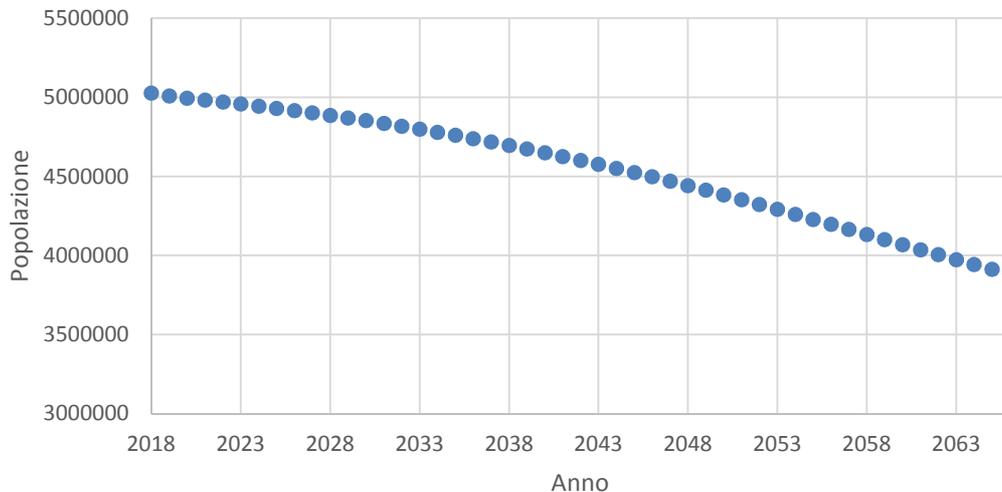
Assumendo che per il TPL queste proporzioni si riducano del 30% e che i giorni lavorativi non scolastici il traffico si riduca al 50%, si ottiene un coefficiente di passaggio di **260 giorni** all'anno.

Per la linea TRAM9 si assume un coefficiente diverso, data la peculiarità della linea che nei giorni scolastici e lavorativi collega Mondello/Sferracavallo al centro, ma nei giorni non lavorativi primaverili e in tutti i giorni estivi potrà essere utilizzata dai palermitani per raggiungere una delle più rinomate località balneari. Questo valore è stato assunto, sulla scorta dei rilievi eseguiti, cautelativamente pari un differenziale di **+20 giorni/anno, per un totale di 280 giorni/anno**.



### 3.4.2 Espansione della domanda negli scenari futuri

ISTAT fornisce i dati di previsione della domanda a livello regionale per il periodo 2018-2065.



*Figura 18 - Proiezione della popolazione Regione Sicilia anni 2018 - 2065. Fonte ISTAT*

Per la regione Sicilia si stima una decrescita della popolazione, come si può vedere dalla Figura 13. Dal momento che comunque a trend di decrescita della popolazione non si registra generalmente una decrescita del tasso di mobilità, si è scelto di mantenere costante nell'arco della vita utile del progetto i parametri dipendenti dalla popolazione e quindi la domanda di mobilità: tale assunto comporta molto probabilmente una sottostima, da intendersi come assolutamente cautelativa nell'analisi in oggetto.

## 4 GLI SCENARI DI SIMULAZIONE

### 4.1 SCENARIO ATTUALE

Lo scenario attuale riproduce le condizioni di domanda e offerta trasportistiche attualmente esistenti. La Figura 14 mostra i percorsi delle linee bus urbane, le linee tram e la linea ferroviaria.



**Figura 19 - Inquadramento generale della mobilità nello stato attuale**

L'area in giallo mostra la posizione della ZTL, situata nel centro storico di Palermo. I paragrafi seguenti descrivono più dettagliatamente l'offerta del trasporto pubblico.

#### 4.1.1 Rete TPL su gomma

La rete di TPL urbano della città di Palermo, gestita da AMAT, è strutturata in 58 linee, per 271 km complessivi di percorsi<sup>5</sup>. La linea con la più alta frequenza è la linea 101, che collega ogni quattro minuti la Stazione Centrale con lo Stadio Comunale Renzo Barbera attraversando assialmente il centro cittadino. Tutte le altre linee hanno una frequenza minore. Tra queste si segnalano quelle con intertempo pari a 12 minuti:

- linea 102 tra Stazione Centrale e Stazione Notarbartolo;
- linea 109 tra Stazione Centrale e Parcheggio Basile;
- linea 237 tra Stazione Centrale e Parcheggio Oreto;
- linea 529 tra Piazzale John Lennon e Ospedale Cervello.

<sup>5</sup> PUMS, Città di Palermo, 2019.



Sono presenti inoltre 14 linee che hanno un intertempo di quindici minuti ed altre 24 con passaggi ogni venti minuti.

Contestualmente all'introduzione della ZTL nel centro storico di Palermo, sono state attivate tre navette gratuite che hanno la funzione di collegare il centro con i parcheggi scambiatori e rendere più accessibili gli spostamenti all'interno della ZTL.

Si riporta di seguito nella Tabella 12 le 51 linee bus urbane su gomma riprodotte all'interno del grafo pubblico attuale nella simulazione dell'ora di punta del giorno feriale medio; nella tabella viene riportato il numero medio di corse nell'ora di punta fra direzione di andata e di ritorno della linea e la lunghezza media nelle due direzioni. Queste linee costituiscono l'insieme di base; per scenario di riferimento verranno indicate le linee soppresse o modificate rispetto a questo gruppo iniziale.

linea	n corse ora di punta	lunghezza media monodirezionale(km)
100	3.9	18.2
101	15.0	6.4
102	5.7	4.0
103	2.5	5.8
104	2.9	6.2
106	3.3	7.0
107	3.9	8.6
108	3.2	6.9
109	5.0	4.1
110	3.0	4.6
118	3.9	5.5
124	5.0	5.5
134	3.0	4.9
209	2.4	6.3
210	2.4	5.4
212	3.8	6.0
224	3.3	8.6
226	2.3	5.6
230	3.0	10.3
231	1.4	8.5
234	3.8	10.5
237	5.5	2.6
241	2.4	6.0
243	4.0	5.7
246	4.0	3.4
304	3.5	3.2
307	2.0	11.8
309	3.8	6.8
327	3.2	4.9
364	2.5	5.7
380	2.5	6.4
422	2.4	8.7
442	2.1	4.1



462	1.8	7.4
513	2.0	6.3
529	5.1	5.0
534	2.0	8.3
544	3.5	11.0
603	2.8	13.9
614	3.5	13.2
616	2.9	13.0
619	4.2	6.9
625	3.3	7.4
628	4.0	9.9
645	1.8	9.8
675	3.0	3.7
704	3.3	8.8
721	3.0	4.0
731	4.0	6.2
806	3.0	10.7
ARANC	4.3	3.4

*Tabella 18 - Linee bus urbane su gomma presenti nel grafo pubblico scenario attuale*

La rete di trasporto TPL extraurbano, collega la città di Palermo con le principali località dell'entroterra non servite da servizi ferroviari. La maggior parte delle linee ha come capolinea la stazione di Palermo Centrale, la quale svolge quindi la funzione di hub intermodale tra il trasporto pubblico ferroviario e quello extraurbano.

In Tabella 13 sono riportate le direttrici extraurbane introdotte nel modello di trasporto.

La frequenza dell'ora di punta è sostanzialmente di un servizio l'ora, salvo due eccezioni: la linea 3 per Torretta e la linea 10 per Balestrate.

La frequenza dell'ora di punta è sostanzialmente di un servizio l'ora, salvo quattro eccezioni: la linea 3 per Torretta, la linea 10 per Balestrate, la linea 18 per Trapani e la linea 20 per Caltanissetta.

Linea	Fermate	Frequenza oraria Ora di punta
1	Corleone, Marineo, Bolognetta, Palermo Centrale	1
2	San Giuseppe Jato, Palermo Parcheggio Basile	1
3	Torretta, Capaci, Isola delle Femmine, Palermo Piazzale John Lennon	2
4	Giardinello, Montelepre, Palermo Centrale	1
5	Misilmeri, Palermo Centrale	1
6	Marineo, Bolognetta, Palermo Centrale	1
7	Corleone, Marineo, Misilmeri, Palermo Centrale	1



8	Godrano, Cefala Diana, Villafrati, Bolognetta, Misilmeri, Palermo Centrale	1
9	Mezzojuso, Villafrati, Bolognetta, Palermo Centrale	1
10	Balestrate, Trappeto, Terrasini, Cinisi, Palermo Centrale	2
11	Partinico, Borgetto, Pioppo, Palermo Centrale	1
12	Ciminna, Baucina, Bolognetta, Palermo Centrale	1
13	Palazzo Adriano, Prizzi, Filaga	1
14	Caltavuturo, Scillato, Palermo Centrale	1
15	Blufi, Alimena, Palermo Centrale	1
16	Gangi, Geraci Siculo, Castelbuono, Cefalù, Termini Imerese, Palermo	1
17	Isnello, Collesano, Campofelice, Termini Imerese, Palermo	1
18	Trapani - Palermo	2
19	Trapani - Palermo Aeroporto	1
20	Caltanissetta - Palermo	2
21	Enna - Palermo	1

**Tabella 19 - Linee TPL extraurbane**

L'offerta attuale di trasporto ferroviario a servizio della città di Palermo è riportata in Figura 15. Essa si compone di due tratte radiali: una in direzione di Punta Raisi (Aeroporto "Falcone e Borsellino"), l'altra per Termini Imerese. Ad esse si aggiunge un semi-anello che collega le stazioni di Notarbartolo e di Giachery.

Al fine di schematizzare in modo funzionale la rete, sono state delineate 6 linee ferroviarie numerate da 301 a 306. Ciascun servizio ferroviario appartenente alla medesima linea effettua le stesse fermate, riportate in Tabella 14, ed ha pressoché la stessa cadenza oraria. In Tabella 15 è rappresentata la cadenza oraria dell'ora di punta della mattina, che è comunque estendibile a tutto l'arco della giornata con l'esclusione della Linea 304 in direzione di Palermo.

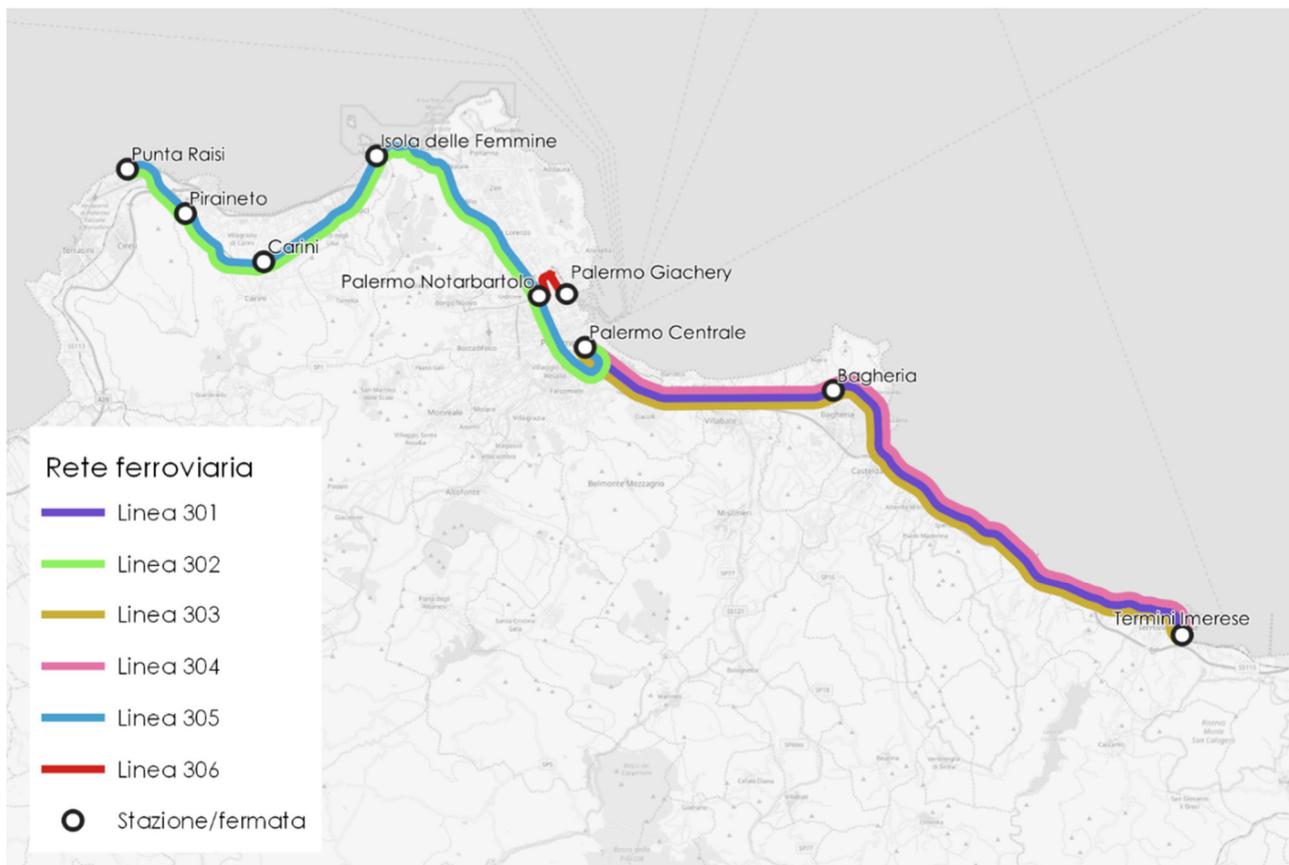


Figura 20 - Rete ferroviaria a livello provinciale

Linea	Stazione/fermata
301	Palermo Centrale, Termini Imerese
302	Palermo Centrale, Palermo Guadagna, Palermo Vespri, Palermo Palazzo Reale-Orleans, Palermo Lolli, Palermo Notarbartolo, Palermo Francia, Palermo S. Lorenzo, Carini, Punta Raisi
303	Palermo Centrale, Bagheria, Termini Imerese
304	Palermo Centrale, Palermo Brancaccio, Palermo Roccella, Ficarazzi, Bagheria, S. Flavia Solunto Ponticello, Casteldaccia, Altavilla Milicia, San Nicola Tonnara, Trabia, Termini Imerese
305	Palermo Centrale, Palermo Guadagna, Palermo Vespri, Palermo Palazzo Reale-Orleans, Palermo Lolli, Palermo Notarbartolo, Palermo Francia, Palermo S. Lorenzo, Palermo La Malfa, Palermo Cardillo, Palermo Tommaso Natale, Palermo Sferracavallo, Isola delle Femmine, Carini Torre Ciachea, Carini, Piraineto, Punta Raisi
306	Palermo Giachery, Palermo Fiera, Palermo Imperatore Federico, Palermo Notarbartolo

Tabella 20 - Stazioni/fermate servite per linea ferroviaria nello stato attuale

Linea	Direzione	Frequenza [tph]
301	-	1
302	-	1
303	-	1

304	Termini I.	1
304	Palermo C.	3
305	-	1
306	-	2

**Tabella 21 - Frequenze dell'ora di punta della mattina per ogni linea ferroviaria nello stato attuale**

La tratta per l'Aeroporto è percorsa da due tipologie di servizio: i servizi espressi (Linea 302) che non fermano in alcune stazioni, ed i servizi regionali (Linea 305) che fermano presso tutte le stazioni. Entrambe le tipologie di servizio hanno cadenza oraria durante tutto l'arco della giornata. La stazione Centrale è pertanto collegata con l'Aeroporto con due servizi ferroviari ogni ora.

Nella direzione di Termini Imerese sono invece presenti tre tipologie di servizio: due di tipo espresso (di cui una, la Linea 301, che non effettua soste intermedie, e l'altra, la Linea 303, che effettua un'unica sosta presso Bagheria), e una di tipo regionale (Linea 305) con fermate presso tutte le stazioni. Le prime due tipologie rappresentano servizi di lunga percorrenza a livello regionale, che continuano in seguito verso Messina, Catania ed Agrigento. La cadenza è di circa un treno l'ora per tipo, con l'eccezione dei treni della Linea 305 che presentano, in direzione Palermo e nell'ora di punta del mattino, una frequenza di tre treni l'ora.

Il semi-anello centrale, un tempo percorso esclusivamente da treni merci per il Porto di Palermo, è interessato da un servizio bi-orario per entrambe le direzioni. Esclusi i capilinea, sono presenti solo due fermate: Imperatore Federico e Fiera.

A livello comunale (Figura 16), nel territorio di Palermo sono presenti 17 stazioni ferroviarie di cui tre collegate alla rete tramviaria esistente: Notarbartolo (Linee tram 2, 3 e 4), Centrale (Linea tram 1) e Roccella (Linea tram 1).



**Figura 21 - Rete ferroviaria a livello comunale**

#### 4.1.2 Rete tramviaria

La rete tramviaria di Palermo allo stato attuale è composta da quattro linee, riportate in Figura 17:

- la Linea 1, che collega la stazione Centrale con quella di Roccella attraversando il quartiere di Settecannoli;
- le Linee 2, 3 e 4 che si diramano dalla stazione di Notarbartolo rispettivamente verso Armerina/S. Paolo, CEP e Pollaci.

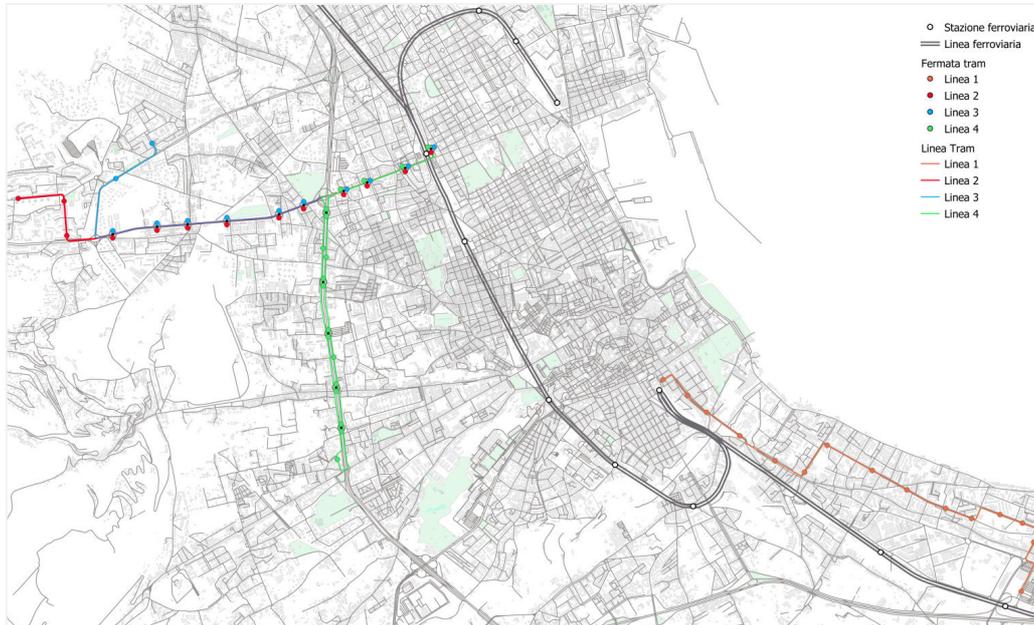


Figura 22 - Rete tramviaria attuale

Nella Tabella 16 vengono riportate le caratteristiche delle linee tram, quali tempo di percorrenza, di sosta e tempo di giro complessivo. L'intervallo è di 9 minuti per la Linea 1 e di 18 minuti per le altre linee. Nel tratto in comune delle Linee 2, 3 e 4 la frequenza è dunque di dieci passaggi l'ora, mentre nel tratto in comune delle Linee 2 e 3 è di circa sei passaggi l'ora. Il numero totale di mezzi richiesti per esplicare il servizio è di 14 tram.

Linea	Sosta capolinea (min.)	Tempo di giro (min.)	Intertempo (min.)	n. mezzi
1	5	54	9.0	6
2	5	54	18.0	3
3	5	54	18.0	3
4	5	40	18.0	2

Tabella 22 - Intertempo attuale delle linee tramviarie

#### 4.2 SCENARIO DI RIFERIMENTO

Lo scenario di riferimento prevede la realizzazione delle opere del I Stralcio funzionale e si riferisce ad un orizzonte temporale riportato al 2026. Alle linee tram esistenti si aggiungono tratte di estensione (ad eccezione della Linea 1 che non subisce alcuna modifica), e inoltre vengono realizzate tre ulteriori linee (la Linea 5, la Linea 6 e la Linea 8 – tratta E1). L'arricchimento dell'offerta tramviaria rende ridondante la presenza di alcune linee autobus urbane, che vengono quindi eliminate. Viene esteso il semi-anello ferroviario che dalla stazione di Giachery prosegue fino all'area del teatro Politeama. Nella Figura 18 si riporta lo stato dell'offerta di mobilità.



Figura 23 - Inquadramento generale della mobilità nello stato di riferimento

#### 4.2.1 Rete TPL

L'espansione dell'offerta tram rende superflua la presenza di alcune linee bus urbane. L'offerta del trasporto urbano su gomma viene quindi ridefinita e modificata in modo da non sovrapporsi all'offerta tram. La filosofia con cui sono state modificate le linee risponde all'esigenza di proporre un'offerta con linee tram e con alcune linee autobus sulle principali direttrici viarie della città. Agli altri servizi su gomma vengono associate le funzioni principali di penetrazione e distribuzione nei quartieri limitrofi alla tranvia e in quelli periferici in modo tale che non si sovrappongano nella zona d'influenza dei servizi principali (fascia di 200-300m). Le linee urbane vengono ridimensionate e dalle 51 dello stato attuale passano ad essere 38. Oltre alla soppressione di alcune linee vengono modificati i capolinea di alcune di esse: ad esempio Piazza Don Bosco per le linee 107, 603, 806, Via Croce Rossa presso la nuova stazione tram di Villa Sofia per le linee 614, 616, 619, 625, Piazza Verdi per le linee 108, 124, la stazione Notarbartolo per la 704 e la stazione Giachery per la linea 731. La linea 100 viene divisa in due linee distinte, la linea 100A e la linea 100B che servono rispettivamente i capolinea di Parcheggio Basile-Roccella e Parcheggio John Lennon-Sferracavallo. La rete passa complessivamente da un'estensione di 727 km ad una di 682km e si riporta in Tabella 23 un elenco delle linee che subiscono una variazione rispetto alle linee elencate in Tabella 18.

Linea	variazione
100A, 100B, 103, 107, 108, 118, 603, 614, 616, 619, 625, 645, 704, 731, 806.	modificata

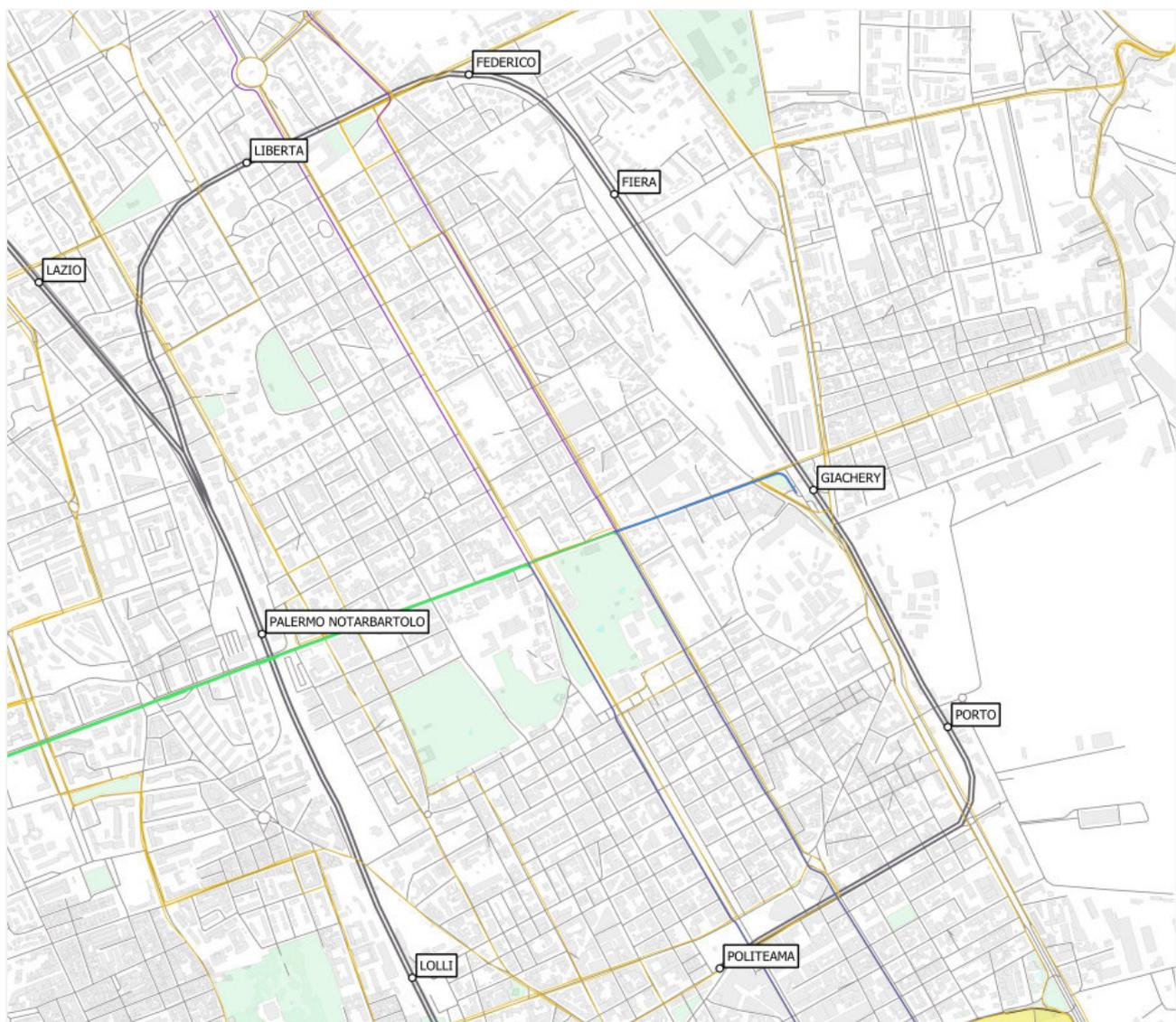
ARAN, 100, 101, 102, 104, 109, 134, 231, 234, 246, 304, 380, 422, 534,721.	soppressa
--	-----------

**Tabella 23 - Prospetto delle linee soggette a variazione**

Per quanto riguarda le linee extraurbane, non si apportano modifiche ai servizi attualmente previsti.

#### 4.2.2 Rete ferroviaria

In accordo con le indicazioni del PUMS si ipotizza che nello scenario di riferimento venga completato il primo lotto funzionale del progetto dell'anello ferroviario. Il semi-anello che dalla stazione di Palermo Notarbartolo porta alla stazione di Giachery viene esteso fino ad arrivare nelle vicinanze del teatro Politeama (vd Figura 19). Su questa estensione vengono realizzate tre nuove stazioni: la stazione Libertà – via Sicilia (stazione intermedia tra le esistenti Palermo Notarbartolo e Imperatore Federico di prossima entrata in servizio), la stazione Porto e la stazione Politeama.



**Figura 24 - Estensione dell'anello ferroviario da Notarbartolo a Politeama**

La linea interessata dall'estensione è la 306, secondo la codifica del modello, per la quale si aggiungono le tre fermate menzionate in precedenza.



Per quanto riguarda la linea ferroviaria che collega Palermo Centrale all'aeroporto di Punta Raisi si prospetta la conclusione dei lavori del Passante Ferroviario e l'apertura delle ultime stazioni in via di completamento.

La linea 302 che effettua un servizio espresso non cambia le proprie fermate mentre la linea 305 ferma anche a Papireto, Lazio, Belgio e a Capaci Kennedy.

La Tabella 18 presenta le fermate aggiornate servite da ogni linea.

Linea	Stazione/fermata
301	Palermo Centrale, Termini Imerese
302	Palermo Centrale, Palermo Guadagna, Palermo Vespri, Palermo Palazzo Reale-Orleans, Palermo Lolli, Palermo Notarbartolo, Palermo Francia, Palermo S. Lorenzo, Carini, Punta Raisi
303	Palermo Centrale, Bagheria, Termini Imerese
304	Palermo Centrale, Palermo Brancaccio, Palermo Roccella, Ficarazzi, Bagheria, S. Flavia Solunto Ponticello, Casteldaccia, Altavilla Milicia, San Nicola Tonnara, Trabia, Termini Imerese
305	Palermo Centrale, Palermo Guadagna, Palermo Vespri, Palermo Palazzo Reale-Orleans, Palermo Papireto, Palermo Lolli, Palermo Notarbartolo, Palermo Lazio, Palermo Belgio, Palermo Francia, Palermo S. Lorenzo, Palermo La Malfa, Palermo Cardillo, Palermo Tommaso Natale, Palermo Sferracavallo, Isola delle Femmine, Capaci Kennedy, Carini Torre Ciachea, Carini, Piraineto, Punta Raisi
306	Politeama, Porto, Palermo Giachery, Palermo Fiera, Palermo Imperatore Federico, Libertà, Palermo Notarbartolo

**Tabella 24 - Stazioni/fermate servite per linea ferroviaria nello stato di riferimento**

La frequenza del servizio offerta dalla linea 306 raddoppia, passando da due treni l'ora a quattro (vedi Tabella 19).

Linea	Direzione	Frequenza [tph]
301	-	1
302	-	1
303	-	1
304	Termini I.	1
304	Palermo C.	3
305	-	1
306	-	4

**Tabella 25 - Frequenze dell'ora di punta della mattina per ogni linea ferroviaria nello stato di riferimento**

#### 4.2.3 Rete tramviaria

Le linee tram esistenti, con l'eccezione della Linea 1, sono interessate da estensioni, come mostrato dalla Figura 20. Per una razionalizzazione del servizio si è scelto di esercire le linee 2 e 3 come

un'unica linea che serva alternativamente i due capilinea, rinominandole da qua in avanti 2A e 2B rispettivamente. Le linee suddette che attualmente si attestano sulla fermata di Notarbartolo, vengono prolungate fino a raggiungere la stazione ferroviaria Giachery e sono esercite tramite la tratta B descritta in progetto. La Linea 4, che allo stato attuale segue un percorso ad anello da Notarbartolo fino alla fermata Pollaci per poi tornare a Notarbartolo, esegue nello stato di riferimento un percorso circolare che, in senso orario, dalla fermata Notarbartolo prosegue lungo il viale Leonardo da Vinci, si dirige a sud su via della Libertà fino a raggiungere Piazza Giulia Cesare, quindi prosegue ad ovest su Corso Basile e successivamente a nord lungo viale Regione Siciliana per tornare infine su via Leonardo da Vinci alla stazione Notarbartolo.



**Figura 25 - Rete tramviaria nello stato di riferimento**

La Linea 4, esegue in senso opposto buona parte dello stesso identico percorso (con la sola differenza che non passa da via della Libertà, ma dalla parallela via Carini).

Una linea di nuova realizzazione, la Linea 6, collega la stazione di Palermo Centrale con via Villa Sofia, a nord. In un verso la Linea 6 si muove lungo Carini, mentre nel verso opposto segue via della Libertà, sovrapponendosi quindi alternatamente alla Linea 4. Infine viene realizzata la tratta E1 tra De Gasperi e la stazione ferroviaria di Francia su cui fa servizio la Linea 8.

Linea	Sosta capolinea	Tempo di giro	Intertempo [min]	n. mezzi
1	5	46	8	6
2A	5	51	13	4
2B	5	50	13	4
4	5	110	10	11

6	5	50	5	10
8	3	18	15	2

**Tabella 26 - Intertempo delle linee tramviarie nello stato di riferimento**

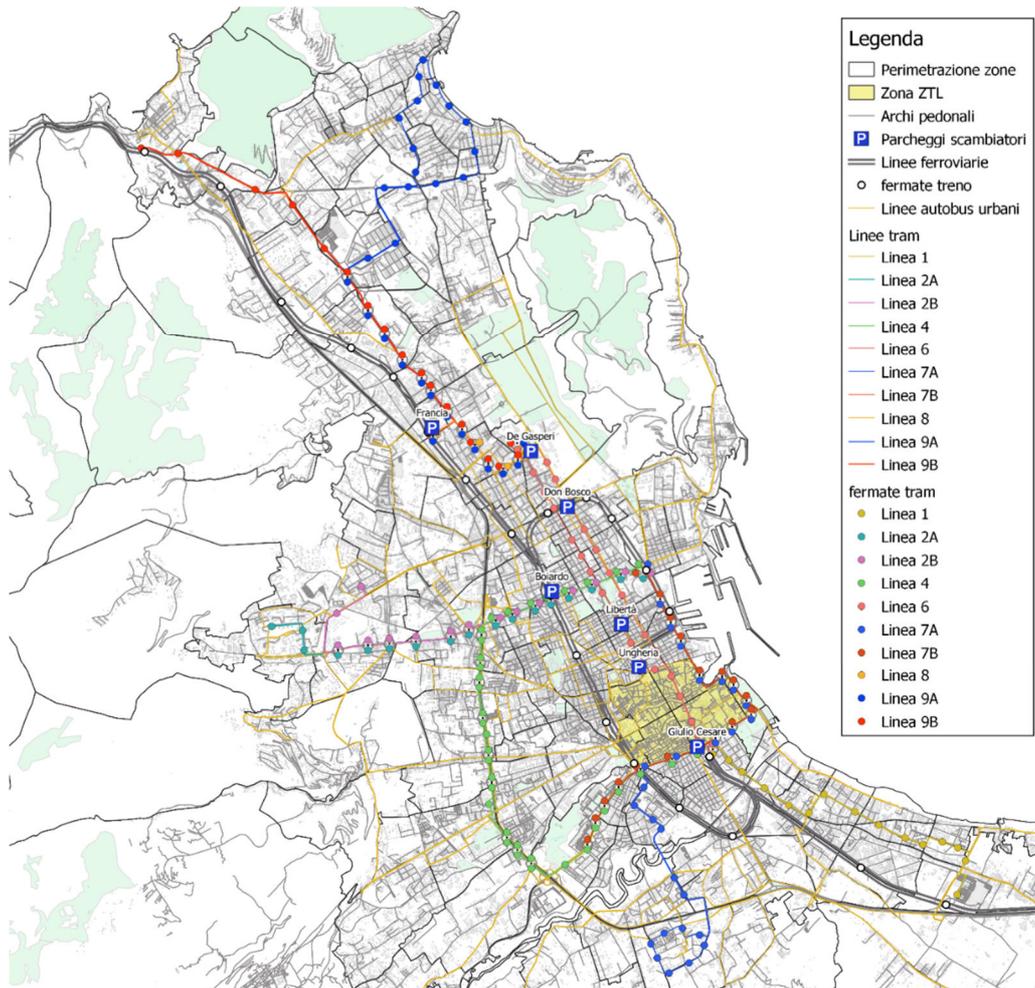
A corredo del nuovo sistema tramviario vengono realizzati sette parcheggi scambiatori, localizzati nella Figura 20. Nella Tabella 21 viene riportata, per ogni parcheggio, la capienza in termini di stalli disponibili.

Nome	stalli
Boiardo	190
De Gasperi	454
Don Bosco	230
Francia	752
Giulio Cesare	158
Libertà	258
Ungheria	192

**Tabella 27 - Parcheggi scambiatori e capienza nello stato di riferimento**

### 4.3 SCENARIO DI PROGETTO

Nello scenario di progetto, il cui orizzonte temporale è riportato al 2026, si prevede la realizzazione delle opere contenute nel II Stralcio.



**Figura 26 - Inquadramento generale della mobilità nello stato di progetto**



L'offerta tramviaria in questo scenario si amplia ulteriormente e di conseguenza l'offerta bus urbana viene nuovamente ridimensionata e riprogettata. L'offerta ferroviaria rimane invariata rispetto allo stato di riferimento; vengono modificate le direttrici gomme extraurbane provenienti da nord.

La rete tranviaria nel modello di esercizio non viene semplicemente integrata con le nuove linee che operano sulle tratte di progetto bensì il servizio viene riorganizzato per una maggiore efficienza nel servire la domanda di trasporto. Le nuove linee sono la 9 che da Villa Sofia raggiunge i capolinea di Mondello e Sferracavallo (9A e 9B rispettivamente) e la linea 7 che da Giachery raggiunge i capolinea di Bonagia e Basile (7A e 7B rispettivamente). La linea 4 precedentemente ad anello viene riorganizzata tra i capolinea di Giachery e Giulio Cesare. La linea 1, 2 (2A+2B) e 6 rimangono inalterate rispetto allo scenario di riferimento.

#### 4.3.1 Rete TPL

L'estensione del sistema tramviario, che in questo scenario raggiunge sia Mondello e Sferracavallo a nord, sia il quartiere di Bonagia a sud, comporta un ulteriore ridimensionamento del servizio autobus urbano, le cui linee passano dalle 38 dello stato di riferimento a 29 nello stato di progetto. Vengono soppresse le linee 241 e 243 in quanto il loro servizio viene svolto dalla Linea tram 7, e le linee 614 e 616 che vengono soppiantate dal servizio offerta dalla Linea tram 9. Ulteriori modifiche alle linee e soppressioni di servizi in sovrapposizione con la nuova offerta del sistema tramviario sono riportate nella Tabella 22. La linea 1000 sostituisce le linee 645 e 806 creando una linea circolare che si sviluppa su Viale Diana - Via Fante - Via Mater Dolorosa. La linea 1001 sostituisce le linee 224 e 226 e serve la zona a est di Roccella. La linea 1002 è una navetta pensata per le linee di punta tra la Stazione Centrale (fermata Giulio Cesare) e la zona universitaria. La linea 628 si interrompe presso Via San Lorenzo e prosegue a Nord sostituendosi alla 616 fino Punta Barcarello. L'estensione della rete su gomma si riduce ancora da 682 km a 511 km.

Linea	variazione
1000, 1001, 1002, 628.	modificata
100B, 107, 210, 241, 243, 544, 614, 616, 619, 645, 704, 806.	soppressa

*Tabella 28 - Prospetto delle linee soggette a variazione*

Per quanto riguarda i servizi extraurbani, quelli provenienti da nord vengono attestati in corrispondenza della fermata Francia della rete ferroviaria e della linea 8 del tram.

#### 4.3.2 Rete ferroviaria

L'offerta del servizio ferroviario rimane immutata rispetto allo stato di riferimento. Si considera quindi il prolungamento della linea da Notarbartolo fino alla stazione Politeama, e la frequenza dei servizi riportata in Tabella 19.

#### 4.3.3 Rete tramviaria

In sede di verifica dell'attrattività e della funzionalità della rete di progetto completa, si è proceduto a riclassificare le linee come era avvenuto nello scenario di riferimento con le Linee 2 e 3,



considerando un esercizio più razionale delle stesse. A tal fine, si è scelto di esercitare le nuove linee che dalla fermata di Villa Sofia raggiungono le località di Mondello e Sferracavallo come linee 9A e 9B rispettivamente. Si prevede un esercizio strutturato sull'alternanza tra 2 tram per Mondello ed 1 per Sferracavallo, in seguito alla domanda stimata. Ugualmente la nuova linea 7 che da Giachery arriva a Bonagia viene suddivisa in due linee strutturate, la linea 7A che fa il servizio tra i due capolinea e la linea 7B che invece di proseguire verso Bonagia, dopo la fermata Orleans prosegue e si attesta a Basile. La linea 8 continua fare servizio tra Francia ma si attesta al nuovo capolinea di Villa Sofia e esegue un servizio espresso fermando solo nelle stazioni di Ausonia e Danimarca.

L'offerta della rete tramviaria viene espansa, come mostrato nella Figura 21. La Linea 9 all'altezza della fermata Velodromo, si biforca nella Linea 9A verso Mondello e nella 9B diretta verso Sferracavallo. La Linea 7A dalla fermata Giachery costeggia l'area portuale lungo via Francesco Crispi, per poi percorrere corso Tukory e dirigersi a sud verso il quartiere Bonagia. La Linea 7B prosegue su un differente tracciato e si sovrappone ancora alla Linea 4 da Orleans fino a Basile. Nella Tabella 23 viene riportato l'intertempo di ciascuna linea.

Linea	Sosta capolinea	Tempo di giro	Intertempo [min]	n. mezzi
1	5	46	6.6	7
2A	5	51	13	4
2B	5	50	10	5
4	5	72	9	8
6	5	50	3	17
7A	5	71	7.9	9
7B	5	58	9.8	6
8	3	15	15	1
9A	5	70	8.8	8
9B	5	60	15	

**Tabella 29 - Intertempo delle linee tramviarie nello stato di progetto**

A servizio delle nuove linee vengono realizzati ulteriori parcheggi scambiatori: il Parcheggio Foro Italico lungo la Linea 7; i Parcheggi Strasburgo, Mongibello e Galatea lungo la Linea 8; il Parcheggio Sferracavallo lungo la Linea 9.

In Tabella 24 viene riportata, per ogni parcheggio, la capienza in termini di stalli disponibili. I parcheggi sottoelencati sono aggiuntivi rispetto a quelli già descritti nello stato di riferimento.

Nome	stalli
Galatea	360
Mongibello	289
Sferracavallo	112
Strasburgo	161

**Tabella 30 - Parcheggi scambiatori relativi al II lotto delle estensioni tramviarie, aggiunti nello stato progetto**

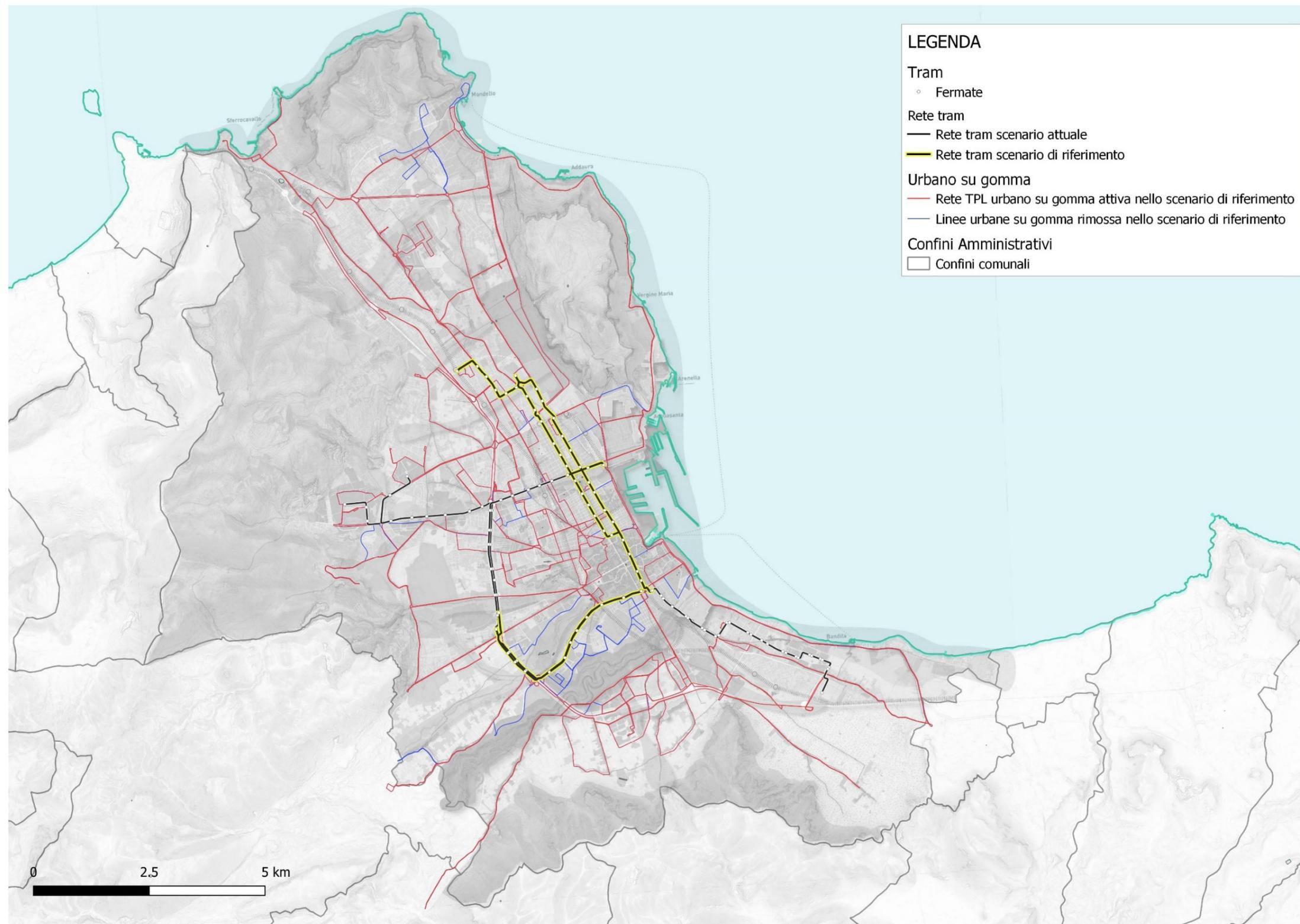


#### 4.4 VARIAZIONE DELLE PERCORRENZE ANNUE NEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE, RETE BUS E TRAM

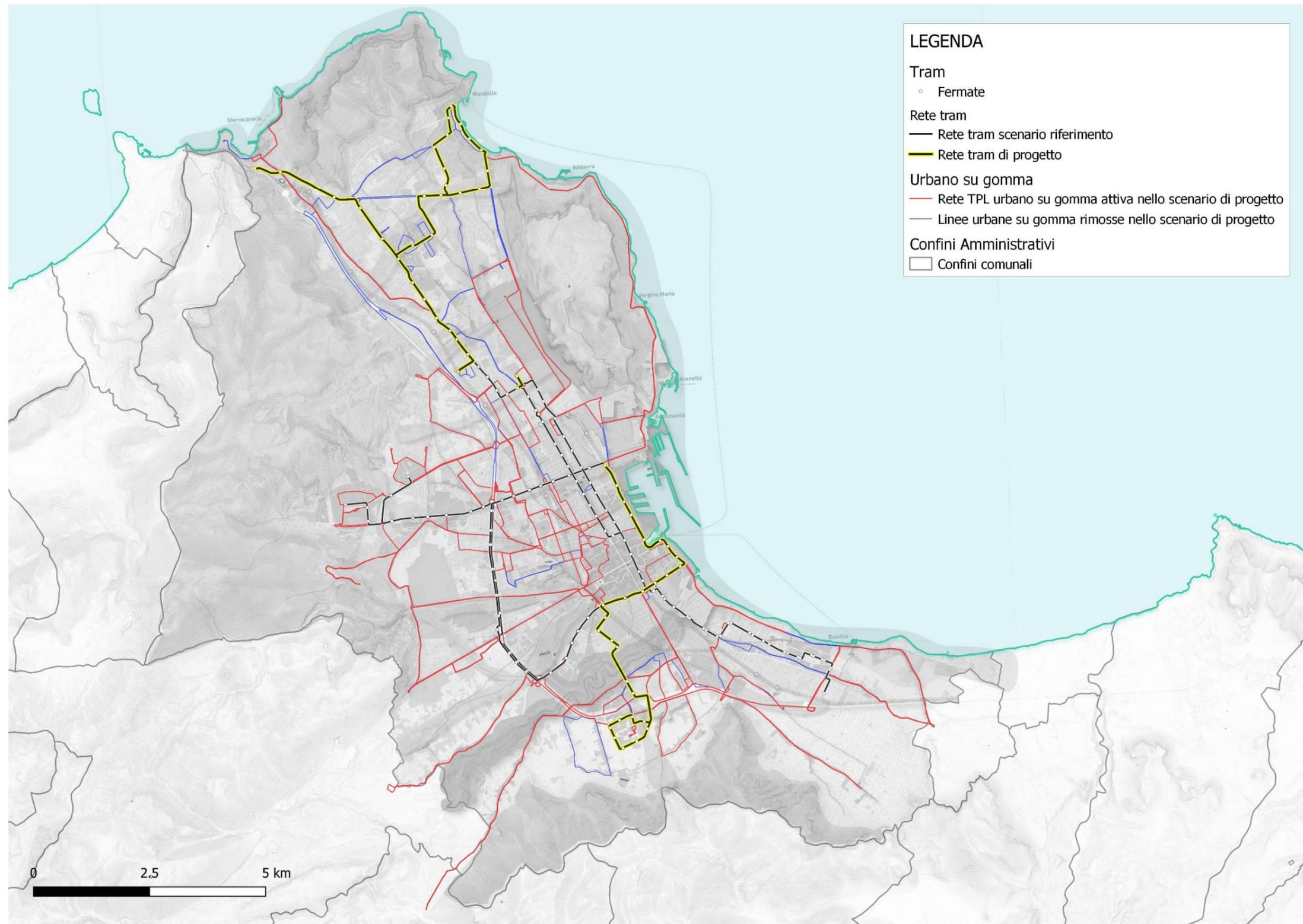
Il completamento della rete tranviaria offre l'occasione per una ristrutturazione del servizio di TPL su gomma. In ogni scenario l'offerta dei servizi TPL su gomma è stata definita e modificata al fine di ottimizzare la rete integrata dei servizi gerarchizzati: la gomma serve principalmente per adduzione e ricucitura e si compone quindi non solo delle linee attuali eventualmente modificate nel tracciato alla luce delle nuove linee tranviarie, ma anche di linee completamente nuove che percorrono i quartieri più periferici e li collegano ai capilinea del tram. Lo sviluppo del modello di trasporto per la simulazione degli effetti dell'estensione della rete tram di Palermo è stato accompagnato dalla progettazione della modifica delle linee sia nello stato di riferimento che di progetto, dettagliato nei paragrafi precedenti. Sono state soppresse le linee parallele al tram, dal momento che l'esperienza di attivazione delle linee tranviarie mostra come la gomma diventi inutilizzata se è presente un'alternativa tranviaria efficiente.

Questo tipo di analisi e le conseguenti modifiche sono state condotte sia nel passaggio da scenario di attuale a scenario di riferimento, che da scenario di riferimento a scenario di progetto.

Nelle figure delle pagine seguenti si individuano le modifiche intervenute nel passaggio da scenario attuale a riferimento e da scenario di riferimento a scenario di progetto.



**Figura 27 - Variazione della rete urbana su gomma fra scenario attuale e scenario di riferiment**



**Figura 28 - Variazione della rete urbana su gomma fra scenario di riferimento e scenario di progetto**



In definitiva, le differenze principali tra la rete di offerta di TPL su gomma nello scenario di riferimento e quello di progetto è riassunta nella tabella seguente.

LINEA	Relazione servita	Motivo della modifica
100	VIA ORETO - TOMMASO NATALE	Spezzata per la realizzazione TRAM9
107	STAZIONE CENTRALE - STADIO	Soppressa per la realizzazione TRAM7
210	PARCHEGGIO ORETO - VIALE DEI PICCIOTTI	Soppressa per la realizzazione TRAM7
241	PARCHEGGIO ORETO - FALSOMIELE	Soppressa per la realizzazione TRAM7
243	STAZIONE CENTRALE - BONAGIA	Soppressa per la realizzazione TRAM7
544	JOHN LENNON - MONDELLO	Soppressa per la realizzazione TRAM9
614	STADIO - PARTANNA - MONDELLO	Soppressa per la realizzazione TRAM9
616	STADIO - BARCARELLO	Soppressa per la realizzazione TRAM9
619	STADIO - SAN FILIPPO NERI	Soppressa per la realizzazione TRAM9
628	SFERRACAVALLO - STADIO	Attestata per la realizzazione TRAM9
645	STADIO - PARTANNA	Soppressa per la realizzazione TRAM9
704	CROCI - PALLAVICINO	Soppressa per la realizzazione TRAM9
806	PIAZZA CRISPI - MONDELLO	Soppressa per la realizzazione TRAM9

*Tabella 31- Riepilogo delle principali modifiche delle linee TPL dallo scenario di riferimento a quello di progetto.*

Si riportano di seguito il metodo e le ipotesi alla base del calcolo dei km/anno delle linee bus urbane su gomma e delle linee tranviarie, valori che andranno ad alimentare l'analisi costi benefici.

Per il TPL su gomma il punto di partenza è il Prospetto analitico delle corse effettuate nel 2019 da AMAT. Noto il numero di km/anno per ciascuna linea, negli scenari di riferimento e di progetto si riducono i valori di produzione annuali di ciascuna linea proporzionalmente alla variazione dell'estensione della stessa e alla variazione del numero di corse in base alla frequenza. Per quanto riguarda i km/anno effettuati dalla rete tramviaria, è stata predisposta una bozza di programma di esercizio per le ore di punta, morbida e di servizio marginale, differenziando il numero di ore di ciascuna tipologia per i diversi giorni dell'anno (scolastico, lavorativo non scolastico, festivo): in questo modo si ottiene il valore totale dei km anno e, per ogni linea, il valore del coefficiente  $C_h$  di passaggio fra numero di corse dell'ora di punta a numero di corse l'anno. Questo coefficiente permette di replicare il calcolo per le medesime linee in diversi scenari a partire dalla lunghezza della linea stessa e della sua frequenza.

$$C_h = \frac{n \text{ corse anno}}{n^\circ \text{ corse ora di punta}}$$

	SR2017	SR2026	SP2026
n. linee ora di punta	51	38	29
estensione rete (km)	727	682	511
km annui	9 473 247	6 639 459	4 334 247
<b>variazione km annui</b>	-	<b>2 833 788</b>	<b>2 305 211</b>

*Tabella 32 - Variazione delle percorrenze rete bus urbana su gomma*

	SR2017	SR2026	SP2026
n. linee ora di punta	4	5	10
estensione rete (km)	39	76	143



km annui	934 278	1 628 311	3 344 669
<b>variazione km annui ora di punta</b>	-	<b>694 033</b>	<b>1 716 358</b>

Tabella 33 - Variazione delle percorrenze rete tram

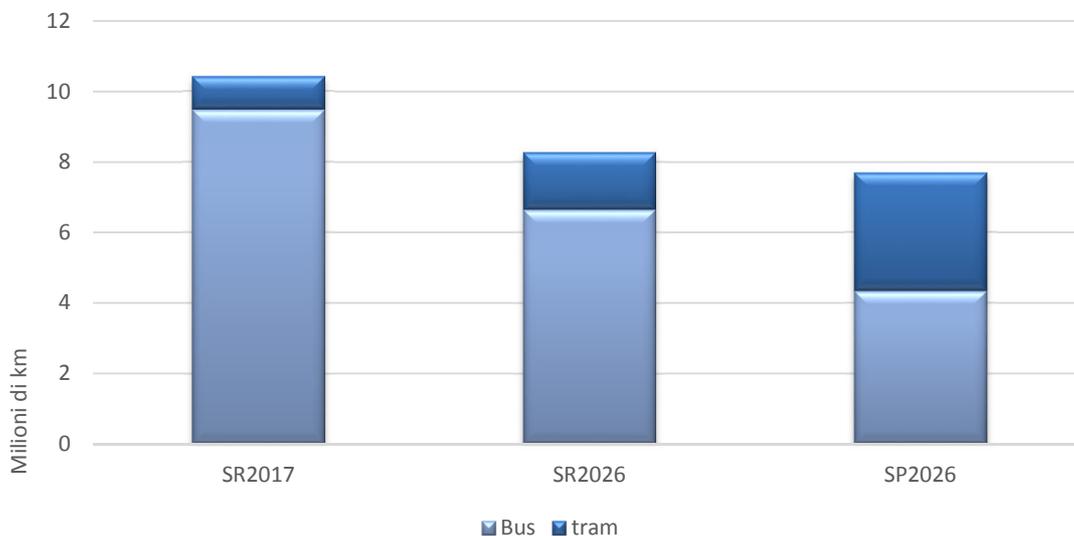


Figura 29 - Evoluzione delle percorrenze nei vari scenari: confronto fra bus urbani e tram

## 5 RISULTATI DEL MODELLO DI TRASPORTO

I risultati riportati nel seguente paragrafo andranno ad alimentare le tabelle 3.1, 3.2 e 3.7 dell'Analisi Costi Benefici. Tutti gli indicatori sono stati calcolati basandosi sulle assegnazioni modellistiche, in particolare a partire dai flussi assegnati sui singoli archi, dai path utilizzati nell'assegnazione privata e dagli ipercammini di assegnazione della domanda al trasporto pubblico.

### 5.1 RISULTATI GENERALI DI PREVISIONE SULLA LINEA

L'effetto dell'utilizzo del modello di split modale comporta una riduzione della quota auto negli scenari futuri, a fronte di un aumento della quota di pubblico in entrambi gli scenari futuri. Questo è dovuto alla variazione degli attributi del viaggio sulla rete pubblica in termini di tempi di viaggio complessivo, quindi non solo di viaggio a bordo ma anche di tempo di attesa alla fermata, che si riduce per effetto dell'aumento della frequenza. Nella tabella è riportata la variazione del modal share nei 3 scenari di analisi: si vede come la realizzazione delle linee centrali (completamento linea 4 e linea 6) comporti già nello scenario di riferimento una modifica sostanziale alle abitudini modali di coloro che gravitano su Palermo, sia che l'analisi sia estesa a tutta l'area di studio, sia che riguardi solo l'area del territorio comunale.

SCENARIO	AUTO	TPL	ALTRO
ATTUALE	91,568	26,387	44,403
	56.40%	16.25%	27.35%
RIFERIMENTO	65,374	39,428	37,541
	45.93%	27.70%	26.37%
PROGETTO	63,769	41,984	36,591



	44.80%	29.49%	25.71%
--	--------	--------	--------

Tabella 34 - Modal share con riferimento a tutto lo scenario di analisi

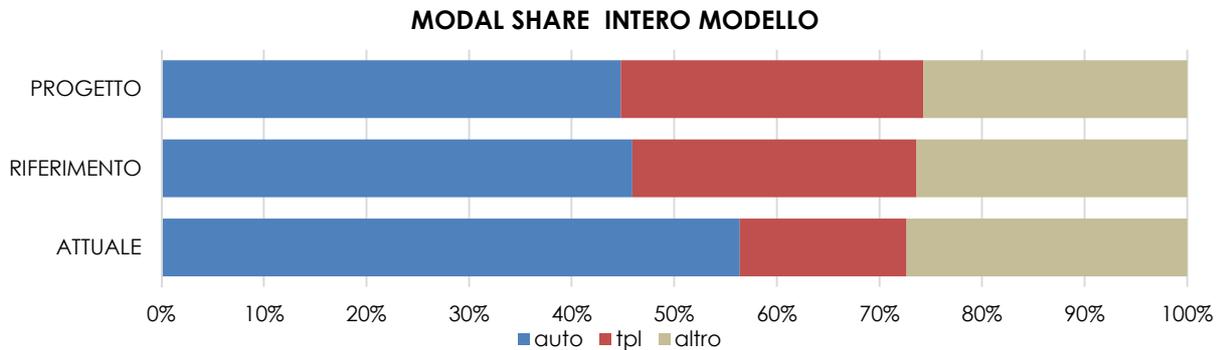


Figura 30 - Modal share intero modello

SCENARIO	AUTO	TPL	ALTRO
ATTUALE	66,394	12,592	43,169
	54.35%	10.31%	35.34%
RIFERIMENTO	44,385	25,228	36,199
	41.95%	23.84%	34.21%
PROGETTO	43,208	27,304	35,298
	40.84%	25.80%	33.36%

Tabella 35 - Modal share con riferimento all'area del comune di Palermo

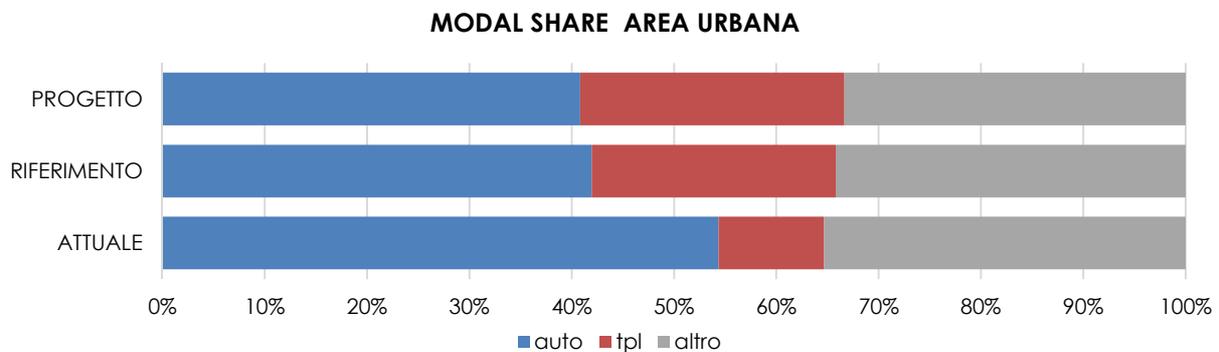


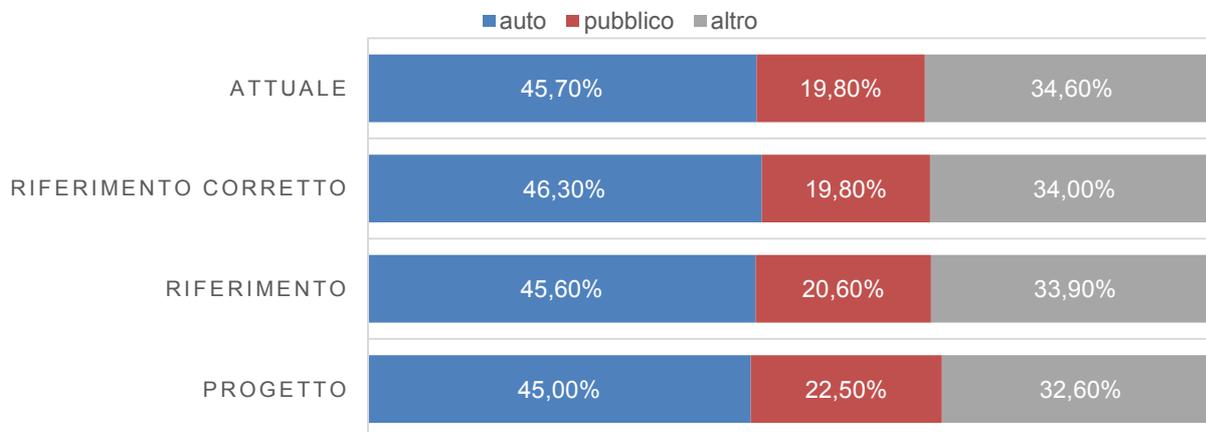
Figura 31 - Modal share area urbana

Con il completamento del progetto di ristrutturazione della rete TPL, con riferimento all'area del comune di Palermo la quota modale dell'auto si abatterà al 40% a fronte del 25% pubblico, che su tutta l'area urbana diventa addirittura il 29%, con un aumento della matrice pubblica che supera il raddoppio degli utenti rispetto all'attuale (valore di partenza 10%, in linea con quanto dichiarato nel PUMS di Palermo).

Purtroppo l'applicazione dell'intera catena modellistica mostra come la rete tranviaria nello scenario di riferimento non sia capace di rispondere a tutta la domanda potenziale di pubblico così individuata, per cui si vengono a creare delle situazioni di sovrassaturazione su alcune tratte non effettivamente realizzabili. Per questo, come anticipato, si è provveduto ad effettuare



un'assegnazione considerando la capacità dei mezzi per individuare la domanda in eccedenze, provvedendo quindi a suddividere nuovamente tale domanda in eccedenza tra i modi disponibili, inclusa la rete bus. Tale passaggio restituisce un nuovo valore del market share nello scenario di riferimento (denominato Riferimento Corretto), riportato nella tabella sottostante.



**Figura 32-Ripartizione modale generale complessiva**

L'utilizzo del modello permette di valutare i livelli di utilizzo di tutte le linee simulate all'interno del modello. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati relativi alle linee tram nei vari scenari simulati, in particolare quelli relativi all'ora di punta e le espansioni al giorno ed all'anno eseguite secondo i coefficienti precedentemente descritti.



linea	attuale		riferimento		progetto		Diff. Anno riferimento-progetto
	punta	anno	punta	anno	punta	anno	
T1	1 882	3 292 705	2 020	4 201 600	2 565	5 335 200	1 133 600
T2	859	1 503 334	1 863	3 875 040	1 607	3 342 560	-532 480
T2B	859	1 503 334	2 133	4 436 640	2 951	6 138 080	1 701 440
T4	851	1 489 162	6 564	13 653 120	6 033	12 548 640	-1 104 480
T6			6 505	15 221 700	10 347	24 211 980	8 990 280
T7A					4 219	8 775 520	8 775 520
T7B					3 638	7 567 040	7 567 040
T8			799	1 789 760	1 202	480 800	-1 308 960
T9A					2 969	6 650 560	6 650 560
T9B					1 631	3 653 440	3 653 440
<b>TOTALE</b>	<b>4 451</b>	<b>7 788 470</b>	<b>19 884</b>	<b>43 177 860</b>	<b>37 162</b>	<b>78 703 820</b>	<b>+ 35 525 960</b>

Tabella 36 - Prospetto dei saliti nell'ora di punta e annui per linea tramviaria e per scenario simulato

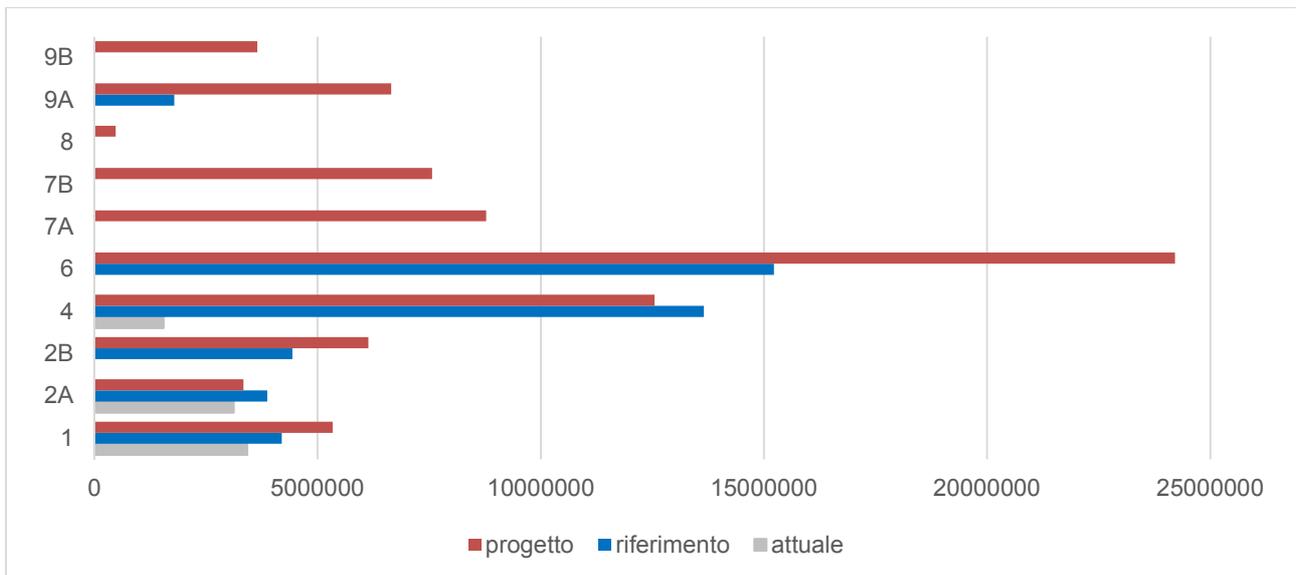


Figura 33 - Prospetto dei saliti annui per ciascuna linea nei diversi scenari di analisi

Si nota come la realizzazione delle nuove linee di progetto comporti un aumento di circa 35.500.000 saliti/anno sulla rete. In particolare, oltre ai saliti sulle linee di nuova realizzazione, l'effetto del completamento della rete si ripercuote anche sulle linee di riferimento, dal momento che concorre ad aumentare i saliti su alcune linee esistenti in un tipico effetto rete; inoltre, andando a rafforzare il servizio lungo gli assi principali, permette di scaricare alcune tratte delle linee più attrattive, come la linea TRAM6, che risultava sottodimensionata nello scenario di riferimento e che aumenta la frequenza di servizio nello scenario di progetto.



Si riporta di seguito i flussogrammi dell'assegnazione pubblica di riferimento e di progetto, rappresentati per tipologie di servizio pubblico: lo spessore delle linee è proporzionale al totale dei presenti dell'ora di punta sulla tratta fermata-fermata della specifica linea nell'ora di punta, mentre i colori individuano i diversi mezzi pubblici (tram rosso, bus urbano arancione, extraurbano verde, ferroviario azzurro).

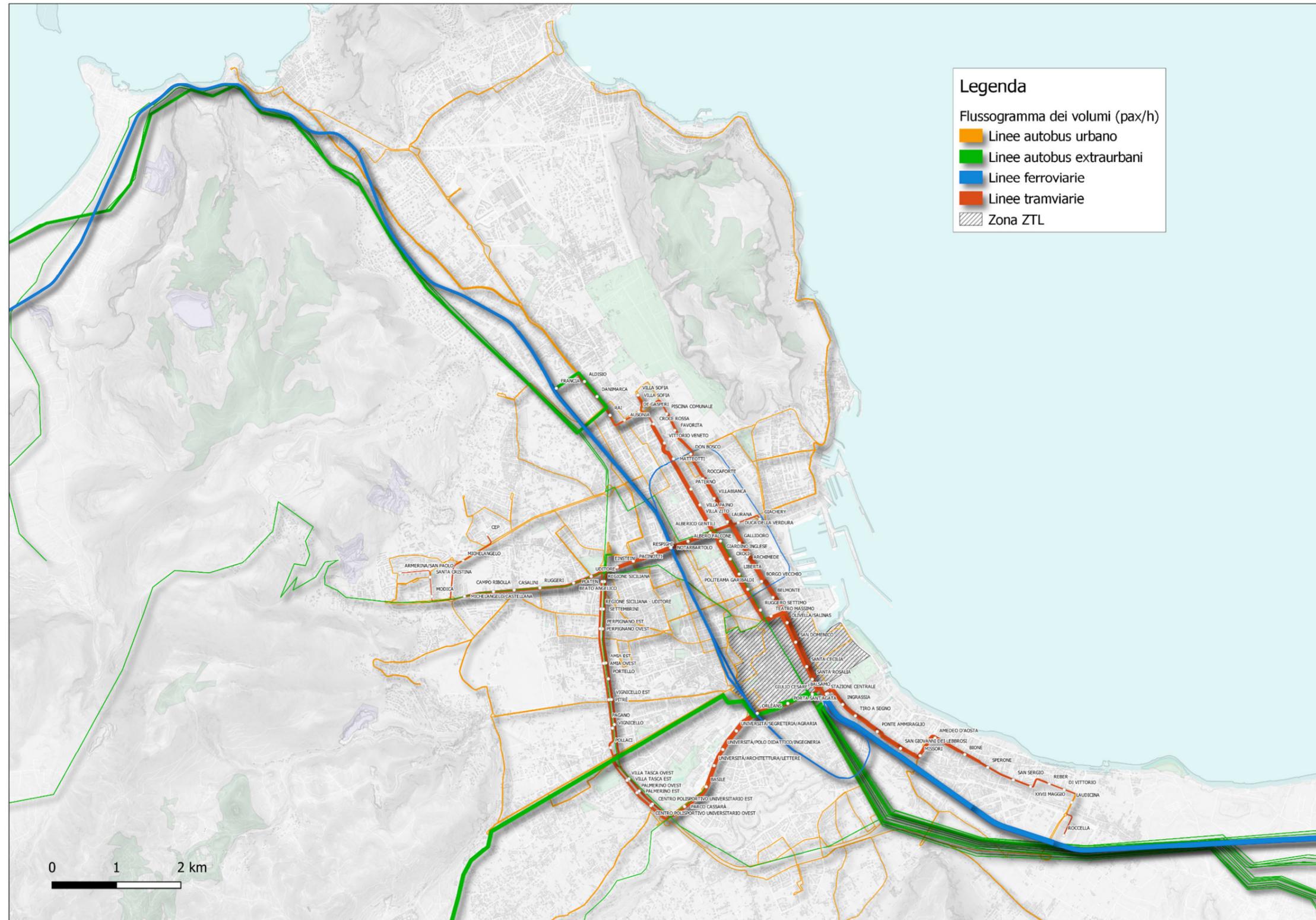
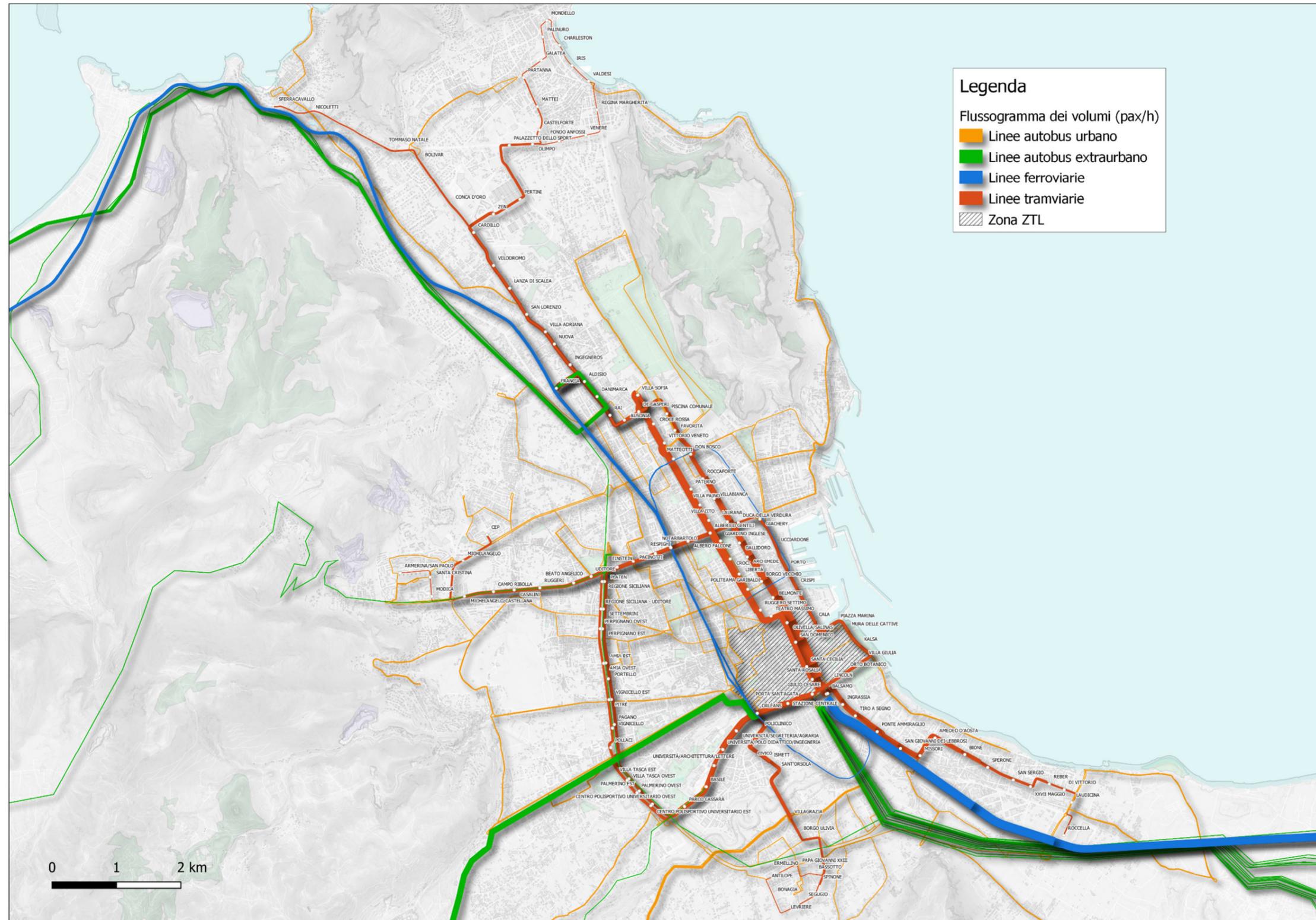


Figura 34 - Flussogramma dell'assegnazione pubblica, scenario di riferimento, flussi nell'ora di punta distinti per modalità di trasporto



**Legenda**

Flussogramma dei volumi (pax/h)

- Linee autobus urbano
- Linee autobus extraurbano
- Linee ferroviarie
- Linee tramviarie
- Zona ZTL

Figura 35 - Flussogramma dell'assegnazione pubblica, scenario di progetto, flussi nell'ora di punta distinti per modalità di trasporto

Dal diagramma di flusso modale di progetto si nota chiaramente l'integrazione modale della rete pubblica obiettivo: il tram serve prima di tutto per distribuire nell'area urbana i passeggeri che la raggiungono con la ferrovia e il TPL extraurbano più efficacemente grazie alla sua capillarità rispetto ai modi di provenienza e con la capacità oraria necessaria in confronto al TPL su gomma urbano. La direttrice di maggior utilizzo è quella nord-sud che attraversa tutto il centro fino alla ZTL ed alla stazione, servita dalla linea TRAM6 ad altissima frequenza media (si ricorda che la linea TRAM6 ha un intertempo di 3 minuti), necessaria per rispondere alla domanda di mobilità. Rispetto allo stato di riferimento, la presenza della parallela linea TRAM7 lato mare, in arrivo dalla stazione, permette in parte di scaricare la linea TRAM6 nelle tratte più cariche, permettendo di soddisfare tutta la domanda potenziale al contrario di quanto riscontrato nello scenario di riferimento. La linea TRAM9 costituisce il naturale prolungamento della linea TRAM6, dalla quale è fisicamente divisa per permetterne l'esercizio regolare, ma con un attestamento dei capilinea affiancati a banchina condivisa. Rispetto a quanto previsto nello stato di riferimento, dove la breve distanza della linea non compensa la percezione della disutilità dovuta all'interscambio, oltretutto a maggiore distanza (la linea nel progetto finanziato si attesta a De Gasperi), la linea TRAM9 estesa fino a Mondello/Sferracavallo passando per lo ZEN permette di collegare in modo quasi diretto, con un'attesa media al trasbordo inferiore a 2 minuti, questi quartieri al centro ed alla stazione: il beneficio si riflette nel flussogramma della linea, che carica in modo costante nonostante il suo parallelismo alla ferrovia, senza sottrarre utenza a quest'ultima. La linea TRAM7, infine, che collega Bonagia con la stazione e poi prosegue fino a Giachery, raccoglie l'utenza dell'area sud della città e poi rafforza il servizio della linea TRAM4 nel tratto di Corso Tukory fino alla stazione, dove la linea esistente non è sufficiente da sola a servire la domanda prevista nello stato di riferimento. Questo permette di non dover aumentare la frequenza della linea stessa, che non richiede un cadenzamento più ravvicinato nel resto dello sviluppo della sua percorrenza.

## 5.2 MOBILITÀ NELL'AREA DI STUDIO NEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE

A valle dell'applicazione del modello su ogni scenario, è possibile ricavare un quadro della mobilità nell'area di studio per i diversi orizzonti temporali. Le modifiche all'offerta di trasporto pubblica e privata e la conseguente variazione degli attributi all'interno del modello di scelta modale stimati tramite l'assegnazione dei flussi sui grafi, permettono di valutare per ogni scenario la composizione modale della domanda. Nella Tabella 37 sono riportati gli spostamenti globali nell'ora di punta, e le relative aliquote percentuali corrispondenti ai diversi modi.

Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SP2026
Mobilità urbana nell'area di studio nell'ora di punta	<i>Spostamenti/ora</i>	145,99 2	147,42 6	146,09 8
di cui a piedi	%	19.19%	18.30%	17.37%
di cui in bicicletta	%	1.39%	1.41%	1.37%
di cui in trasporto pubblico	%	19.81%	19.80%	22.53%
di cui in moto	%	13.97%	14.30%	13.76%
di cui in auto	%	45.65%	46.30%	44.98%

**Tabella 37 - Mobilità urbana nell'area di studio**

Sebbene il modo prevalente sia l'auto, la componente pedonale e il trasporto pubblico raggiungono in ogni scenario percentuali ragguardevoli pari mediamente al 20% circa. Nello scenario di progetto, in particolare, si legge un incremento di circa il 3% della componente pubblica che assorbe domanda

dalla moto, dall'auto e dalla mobilità pedonale. Questo comporterà nello scenario di progetto una riduzione degli utenti sulla rete stradale e quindi delle percorrenze stradali.

Con la realizzazione del I Stralcio nello scenario di riferimento, e del II stralcio nello scenario di progetto, l'offerta di trasporto pubblico si modifica nei diversi scenari. La messa in esercizio delle nuove linee tram comporta, come riportato nei paragrafi precedenti, la cancellazione o la riprogettazione di alcune linee tram. Nella Tabella 31 vengono riportati schematicamente i dati riferiti all'offerta e alla domanda del trasporto pubblico per quanto riguarda il sistema tramviario e il trasporto urbano su gomma.

	Indicatore	Unità di misura	Scenario		
			2017	SR2026	SP2026
Rete tranviaria	Estensione della rete	<i>Chilometri</i>	39	76	146
	Offerta annua	<i>Veicoli ·km/anno</i>	934 278	2 229 360	3 753 615
	Offerta annua	<i>Posti ·km/anno</i>	186 855 589	1 628 311	3 344 669
	Domanda annua	<i>Passeggeri/anno</i>	7 788 470	325 662 216	668 933 774
	Domanda annua	<i>Passeggeri ·km/anno</i>	<b>27 572 948</b>	<b>43 177 860</b>	<b>78 703 820</b>
	Consistenza parco rotabile	<i>Veicoli</i>	17	37	69
Rete autobus	Estensione della rete	<i>Chilometri</i>	727	682	511
	Offerta annua	<i>Veicoli ·km/anno</i>	9 473 247	6 639 459	4 334 247
	Offerta annua	<i>Posti ·km/anno</i>	568 394 820	398 367 527	260 054 845
	Domanda annua	<i>Passeggeri/anno</i>	<b>30 978 457</b>	<b>27 492 330</b>	<b>23 911 566</b>
	Domanda annua	<i>Passeggeri ·km/anno</i>	82 058 032	47 582 533	15 065 279

*Tabella 38 - Offerta e domanda tram e bus negli scenari considerati*

Si osserva come la domanda totale annua in termini di saliti/anno sulle reti tranviarie e di tpl urbano cresca notevolmente nello scenario di progetto sia rispetto all'attuale che al riferimento. Questo aumento è chiaramente dovuto solo in parte allo split modale ed alla maggiore attrattività della rete di trasporto pubblica concepita nel suo complesso. Infatti, l'aumento dei saliti non coincide con un analogo aumento dei passeggeri e dipende anche dal maggior numero di trasbordi medio effettuato da ogni passeggero: tale condizione non coincide però con un peggioramento delle prestazioni della rete percepite dagli utenti, dal momento che **il servizio tranviario è frequente, preciso e regolare ed i tempi di percorrenza sono certi**. I risultati sono quindi aderenti alla realtà, dove l'utente preferisce un viaggio in tranvia anche con un trasbordo ad uno in autobus, perché la configurazione attuale del servizio di tpl su gomma è caratterizzata da tempi di attesa alti a causa delle basse frequenze e da tempi di viaggio incerti, a causa della congestione urbana.

### 5.3 DOMANDA E OFFERTA SULLE LINEE TRAM

Nelle tabelle che seguono vengono riportate le caratteristiche di ogni singola linea tramviaria nei tre scenari di simulazione. Si ricorda che il coefficiente di riempimento di riferimento per la saturazione (e la capacità del materiale rotabile) è di 4 pax/mq, come richiesto dall'Addendum.

Lin	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
-----	------------	-----------------	--------	--------	--------



Estensione della linea	<i>Chilometri</i>	11.00	11.00	11.0
Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>	15	15	15
Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	46	46	46
<b>Domanda annua</b>	<b><i>Passeggeri/anno</i></b>	3 292 705	4 201 600	5 335 200
Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>	13 171	16 160	20 520
Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>	1 882	2 020	2 565
Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>	180	1 368	1 627
Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	9	8	6.6
Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>	200	200	200
Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>	1 333	1 500	1 818
Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>	6	6	7
Saturazione	<i>%</i>	14%	91%	89%

Tabella 39 - Tram 1

Linea 2 A	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>	9.83	12.50	12.50
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>	13	17	17
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	40	51	51
	<b>Domanda annua</b>	<b><i>Passeggeri/anno</i></b>	1 503 334	3 875 040	3 342 560
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>	6 013	14 904	12 856
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>	859	1 863	1 607
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>	124	739	580
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	18	13	13
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>	200	200	200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>	667	923	923
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>	3	4	4
	Saturazione	<i>%</i>	19%	80%	63%

Tabella 40 - Tram 2A

Linea 2 B	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>	10.00	12.77	12.77
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>	12	16	16
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	39	50	50
	<b>Domanda annua</b>	<b><i>Passeggeri/anno</i></b>	1 503 334	4 436 640	6 138 080
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>	6 013	17 064	23 608
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>	859	2 133	2 951
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>	124	889	1 192
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	18	13	10
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>	200	200	200
Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>	667	923	1 200	



Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>	3	4	5
Saturazione	%	19%	96%	99%

Tabella 41 - Tram 2B

Linea 4	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>	8.35	24.79	19.90
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>	12	34	26
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	40	110	72
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>	1 489 162	13 653 120	12 548 640
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>	5 957	52 512	48 264
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>	851	6 564	6 033
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>	116	1 201	1 338
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>	18	10	9
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>	200	200	200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>	667	1 200	1 333
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>	2	11	8
	Saturazione	%	17%	100%	100%

Tabella 42 - Tram 4 – 5



Linea 6	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>		11.73	11.73
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>		17	17
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>		50	50
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>		15 221 700	24 211 980
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>		58 545	93 123
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>		6 505	10 347
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>		2 404	3 937
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>		5	3
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>		200	200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>		2 400	4 000
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>		10	17
	Saturazione	<i>%</i>		100%	98%

Tabella 43 - Tram 6

Linea 7 A	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>			19.45
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>			25
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			71
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>			8 775 520
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>			33 752
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>			4 219
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>			1 503
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			7.9
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>			200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>			1 519
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>			9
	Saturazione	<i>%</i>			99%

Tabella 44 - Tram 7°



Linea 7 B	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>			13.00
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>			18
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			58
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>			7 567 040
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>			29 104
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>			3 638
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>			1 212
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			9.8
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>			200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>			1 224
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>			6
	Saturazione	<i>%</i>			99%

Tabella 45 – Tram 7B

Linea 8	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>		3.61	4.32
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>		6	4
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>		18	15
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>		1 789 760	480 800
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>		6 392	2 404
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>		799	1 202
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>		685	803
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>		15	15
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>		200	200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>		800	800
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>		2	1
	Saturazione	<i>%</i>		86%	100%

Tabella 46 - Tram 8

	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
Linea 9A	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>			20.32
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>			24
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			70
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>			6 650 560
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>			23 752
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>			2 969
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>			1 297
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			8.8
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>			200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>			1 364
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>			8
	Saturazione	<i>%</i>			95%

Tabella 47 - Tram 9A

	Indicatore	Unità di misura	SR2017	SR2026	SR2026
Linea 9B	Estensione della linea	<i>Chilometri</i>			18.49
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	<i>Numero</i>			19
	Tempo di giro nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			60
	<b>Domanda annua</b>	<i>Passeggeri/anno</i>			3 653 440
	Domanda giornaliera	<i>Passeggeri/giorno</i>			13 048
	Domanda nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora</i>			1 631
	Carico massimo nell'ora di punta	<i>Passeggeri/ora/direzione</i>			745
	Intertempo nell'ora di punta	<i>Minuti</i>			15
	Capacità del materiale rotabile	<i>Posti/veicolo</i>			200
	Capacità della linea	<i>Posti/ora/direzione</i>			800
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	<i>Veicoli</i>			4
	Saturazione	<i>%</i>			93%

Tabella 48 - Tram 9B

Il modello di esercizio delle linee di progetto garantisce il soddisfacimento dell'intera domanda dell'ora di punta e non si verificano situazioni di superamento della capacità: il riempimento dei mezzi varia tra 63% e 100%, a conferma della ripartizione dei mezzi disponibili tra le linee in servizio e del modello di esercizio.

#### 5.4 DIAGRAMMI DI CARICO

I grafici che seguono mostrano per ogni linea e per ogni fermata i presenti, i saliti e i discesi.

In particolare:

- i presenti per tratta sono calcolati come una media sulle corse nell'ora di punta, quindi sono riferiti a ciascun mezzo;

- i saliti/discesi sono invece il numero totale su tutte le corse dell'ora di punta.

- 

### 5.4.1 ScENARIO ATTUALE

#### TRAM 1

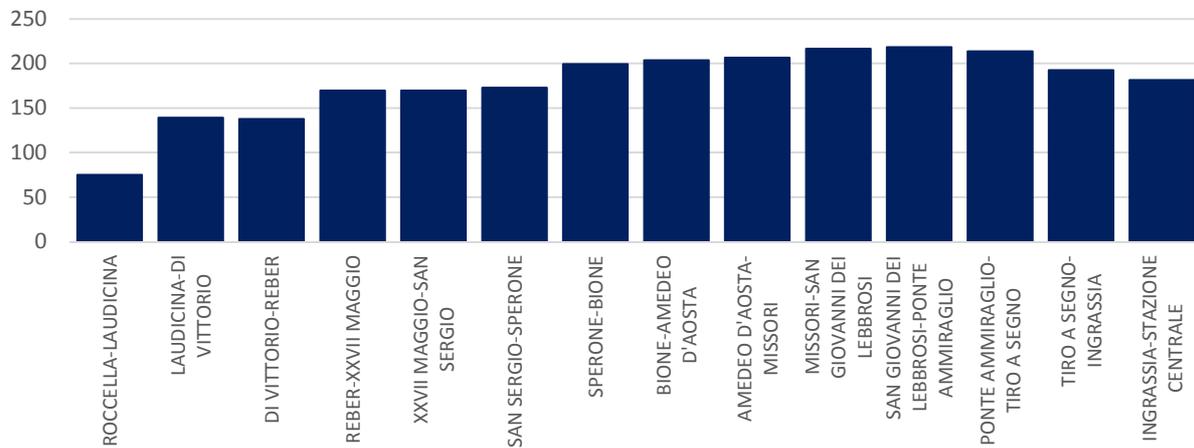


Figura 36 - Presenti Tram 1, Roccella -Stazione

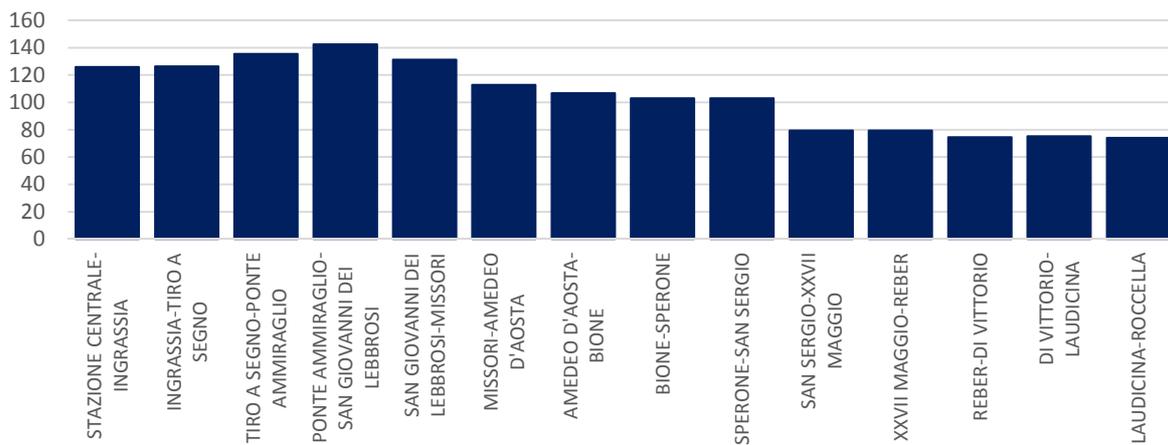


Figura 37 - Presenti Tram 1, Stazione -Roccella

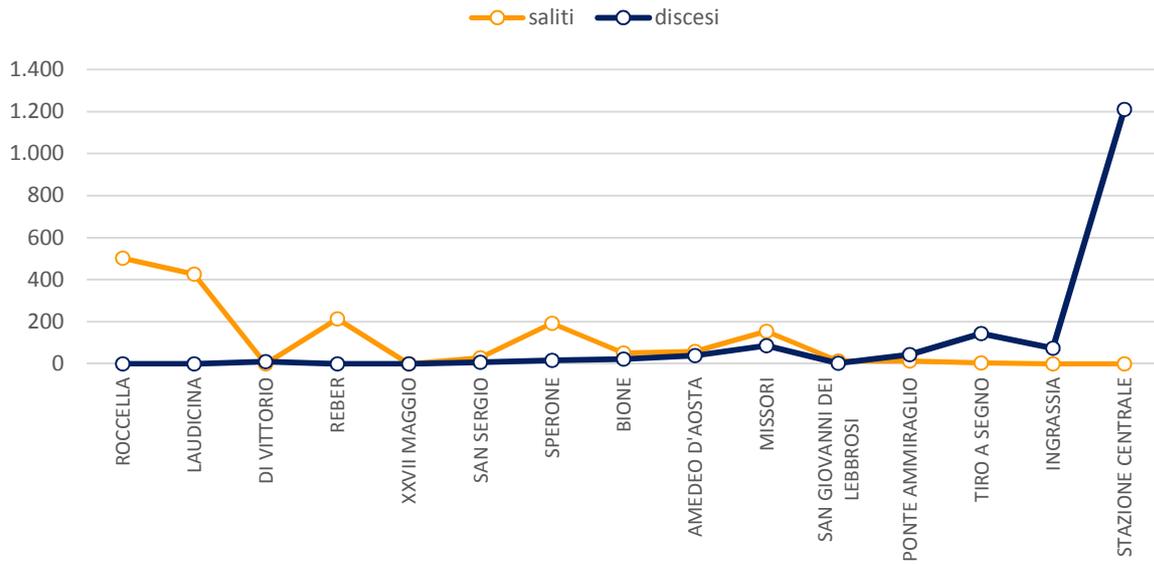


Figura 38 - Saliti/discesi tram 1, Roccella - Stazione Centrale

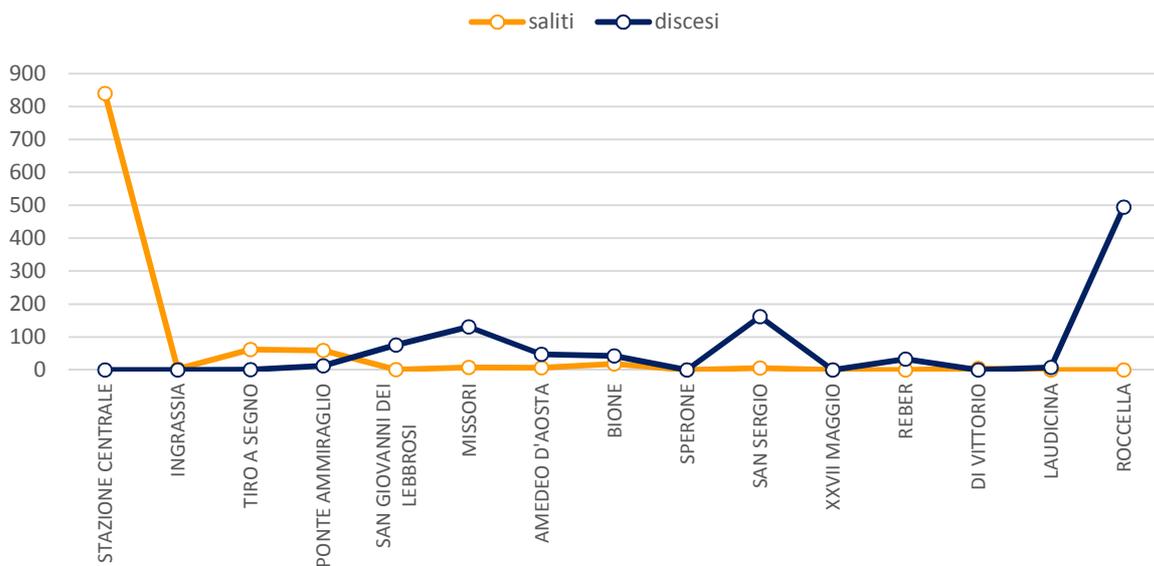


Figura 39 - Saliti/discesi, tram 1, Stazione Centrale -Roccella

TRAM 2 (2A)

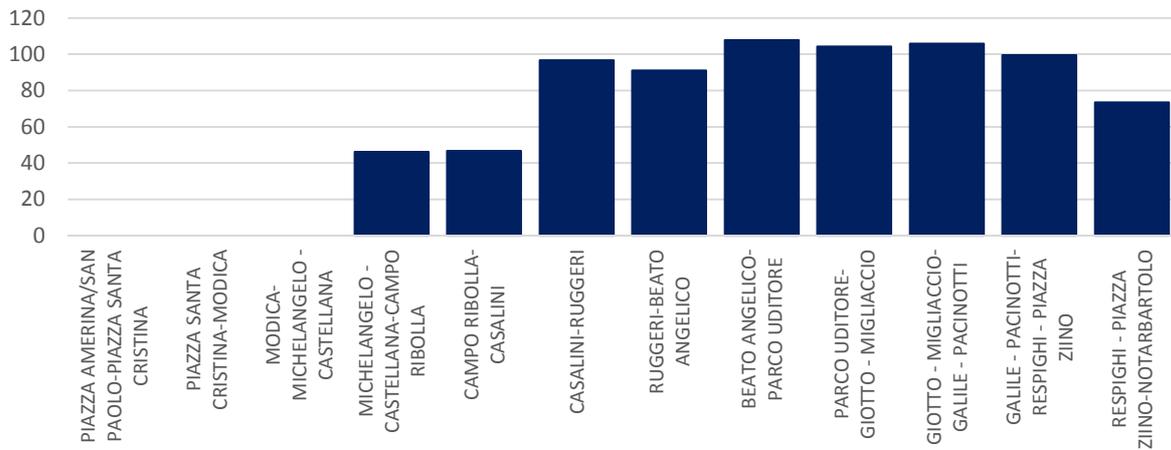


Figura 40 -Presenti, tram 2, Piazza Armerina - Notarbartolo

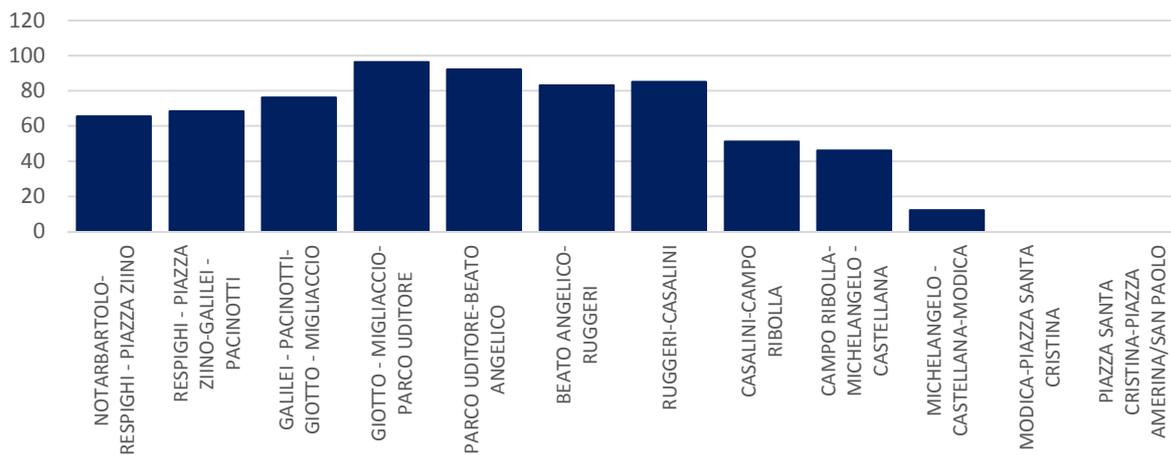
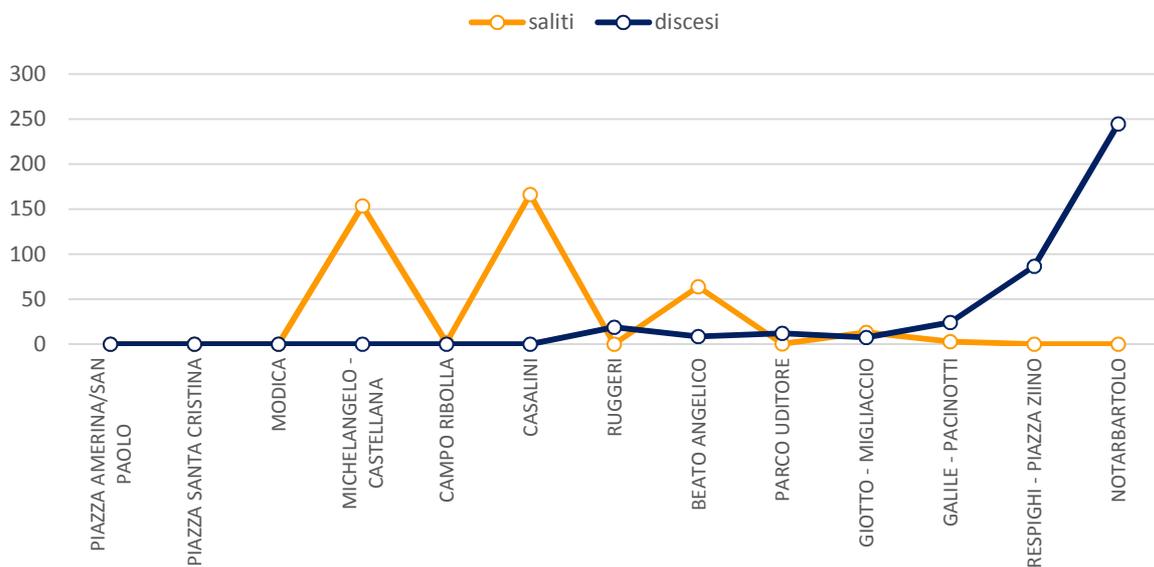
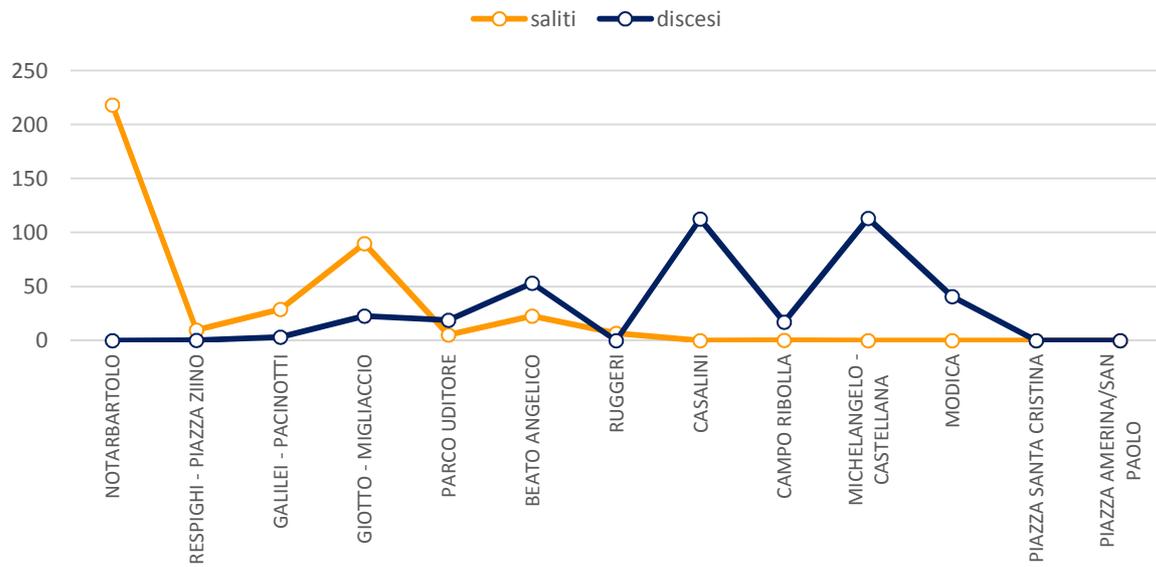


Figura 41 -Presenti, tram 2, Notarbartolo- Piazza Armerina



**Figura 42 Saliti/discesi, tram 2, Piazza Armerina - Notarbartolo**



**Figura 43 -Saliti/discesi, tram 2, Notarbartolo- Piazza Armerina**

TRAM 3 (2B)

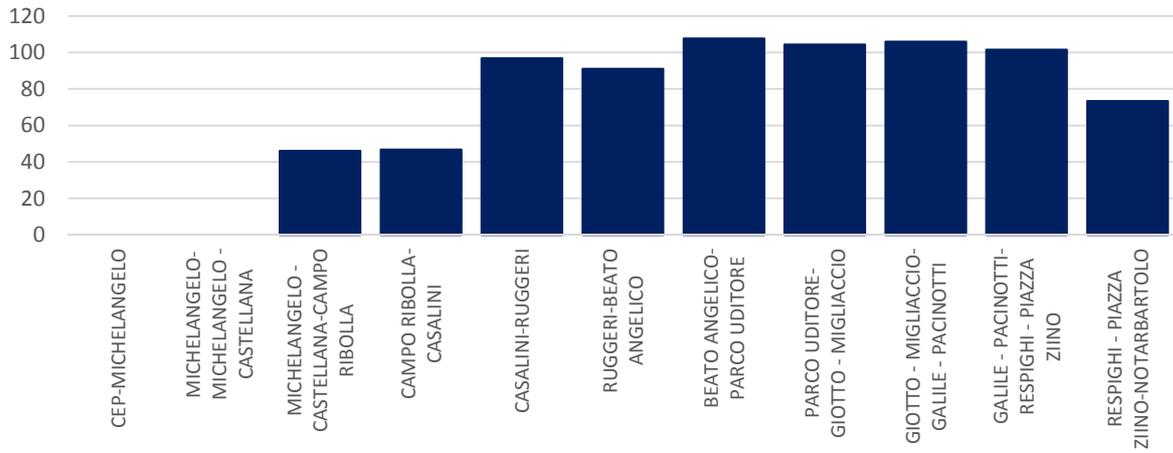


Figura 44 -Presenti, tram 3, CEP-Notarbartolo

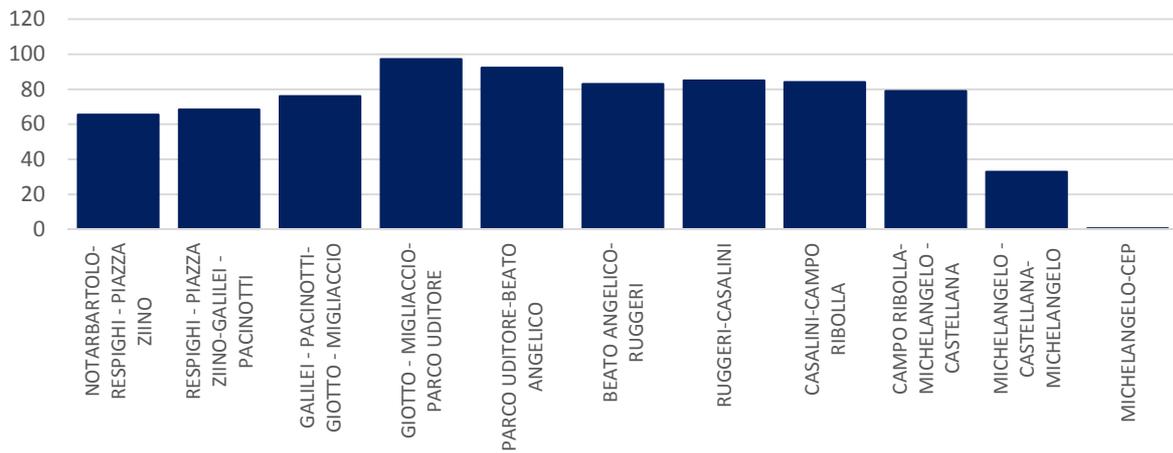


Figura 45 -Presenti, tram 3, Notarbartolo – CEP

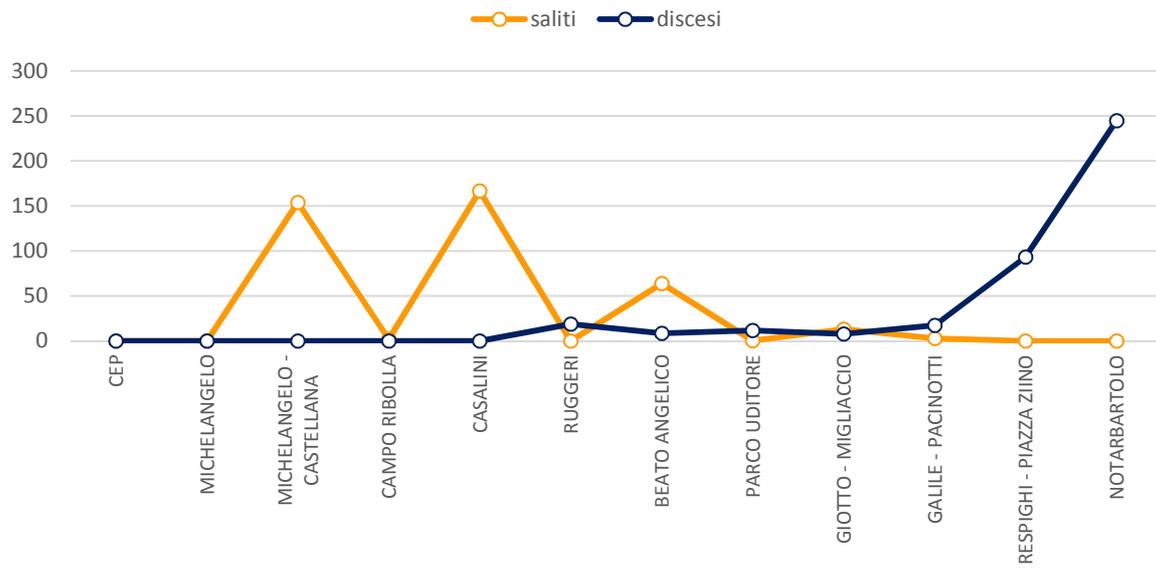


Figura 46 – Saliti/discesi, tram 3, CEP-Notarbartolo

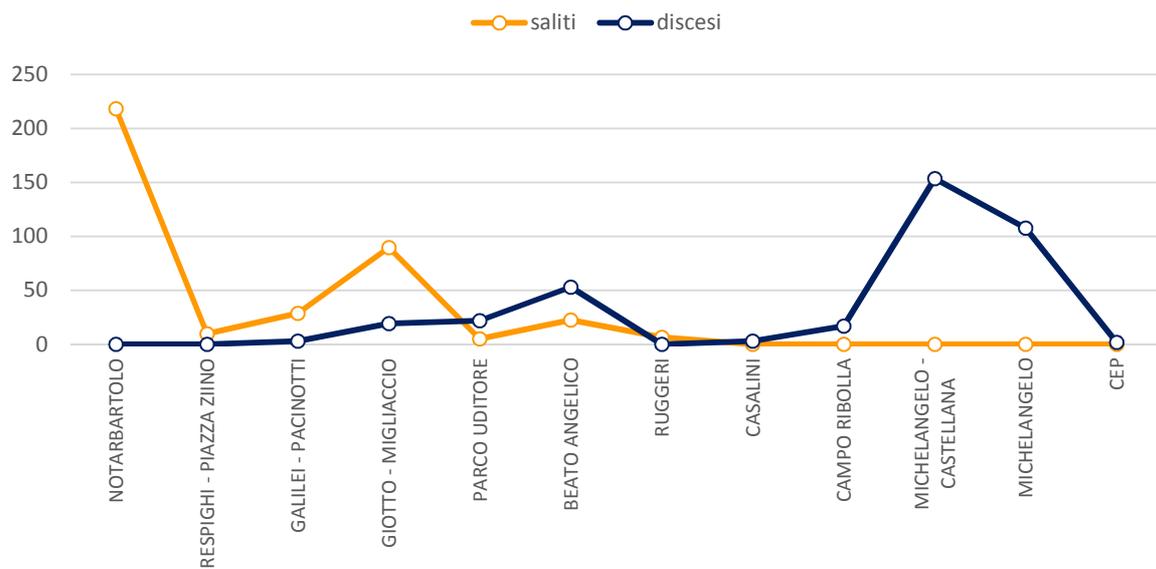


Figura 47 – Saliti/discesi, tram 3 -Notarbartolo - CEP

TRAM 4

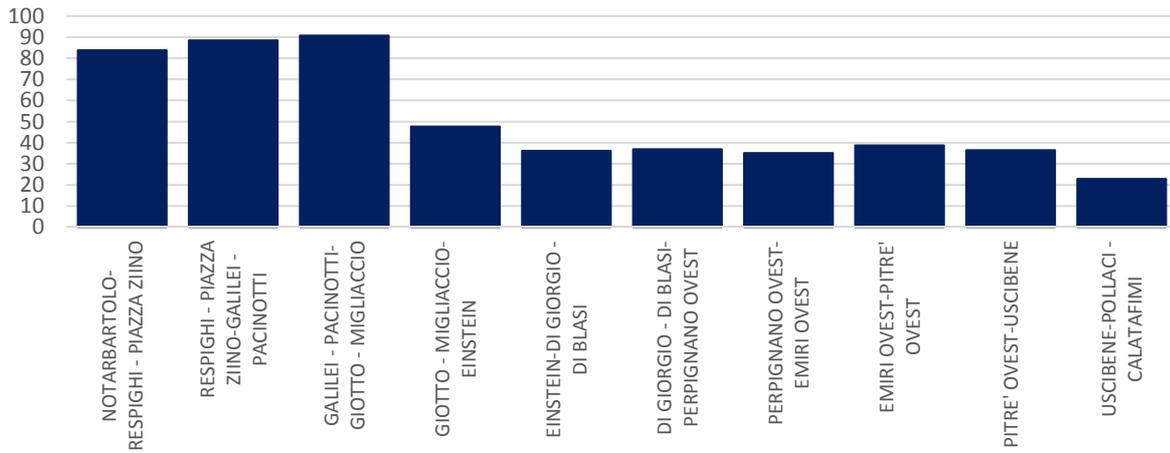


Figura 48 -Presenti, tram 4, Notarbartolo - Calatafimi

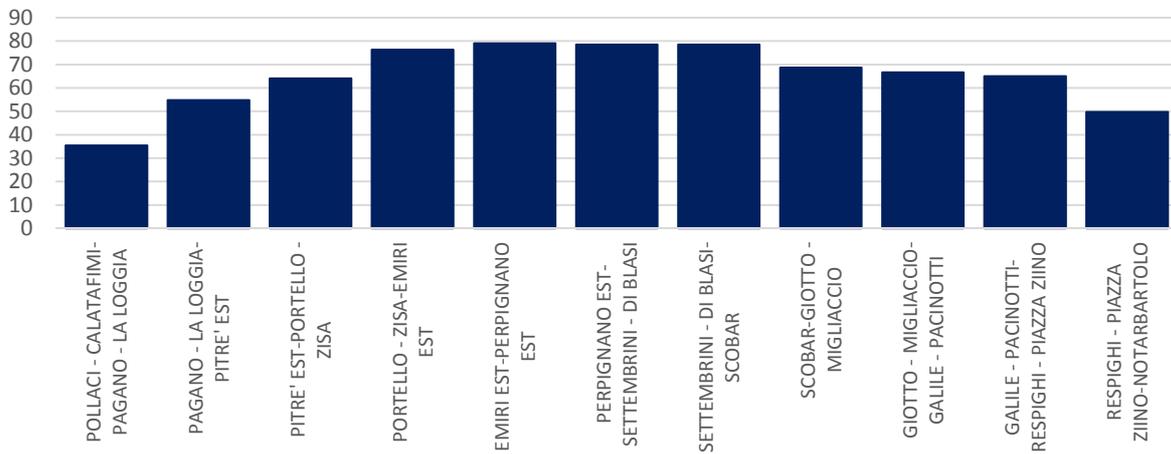


Figura 49 -Presenti, tram 4, Calatafimi - Notarbartolo

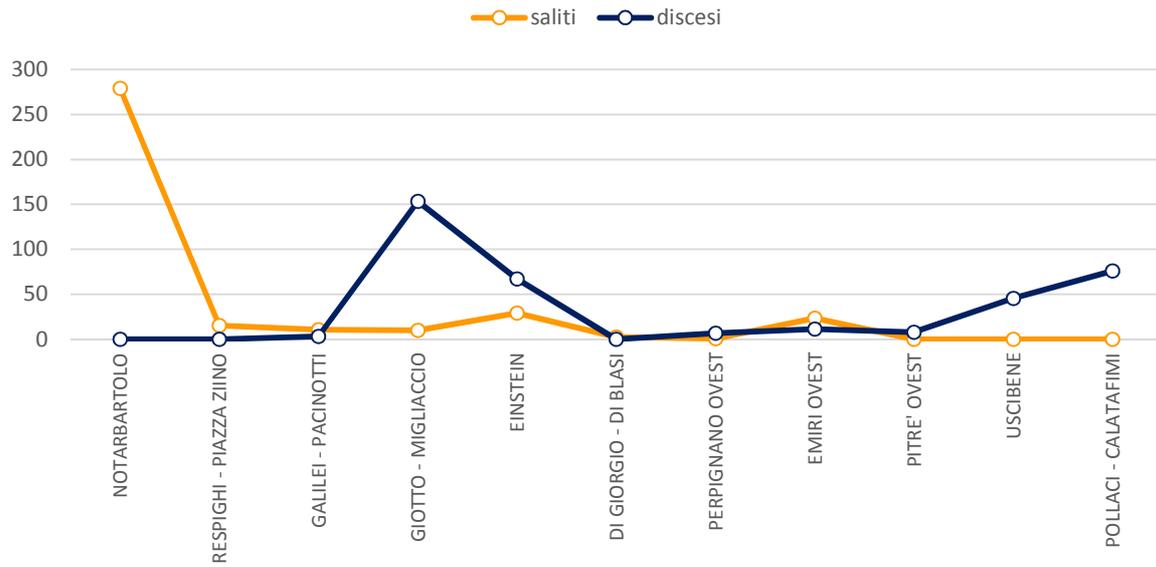


Figura 50 -Saliti/discesi, tram 4, Notarbartolo - Calatafimi

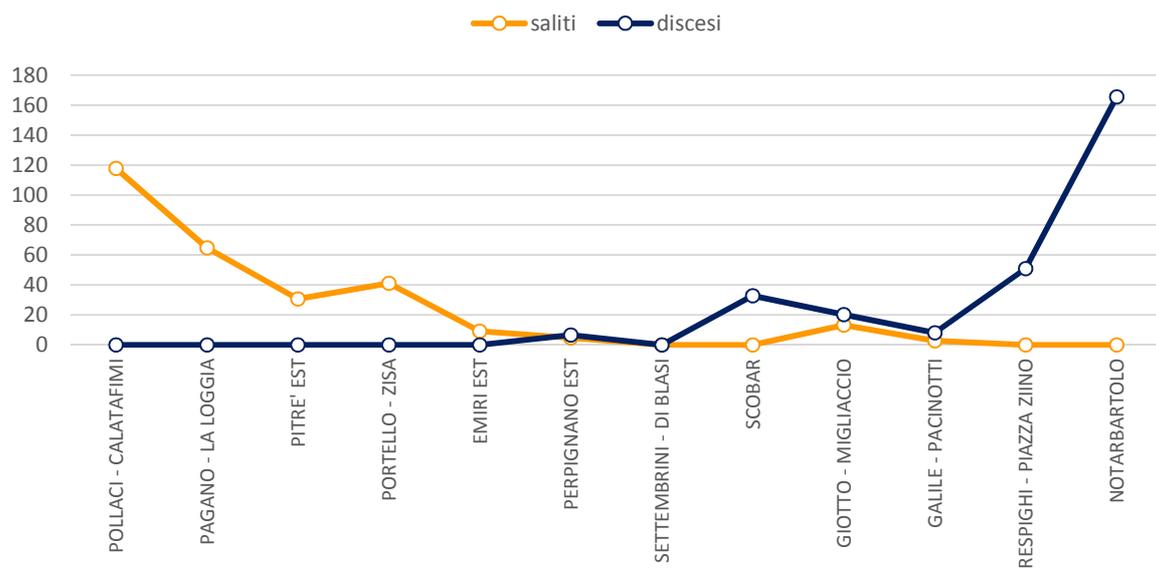


Figura 51 -Saliti/discesi, tram 4, Calatafimi - Notarbartolo

### 5.4.2 Scenario di riferimento

#### TRAM 1

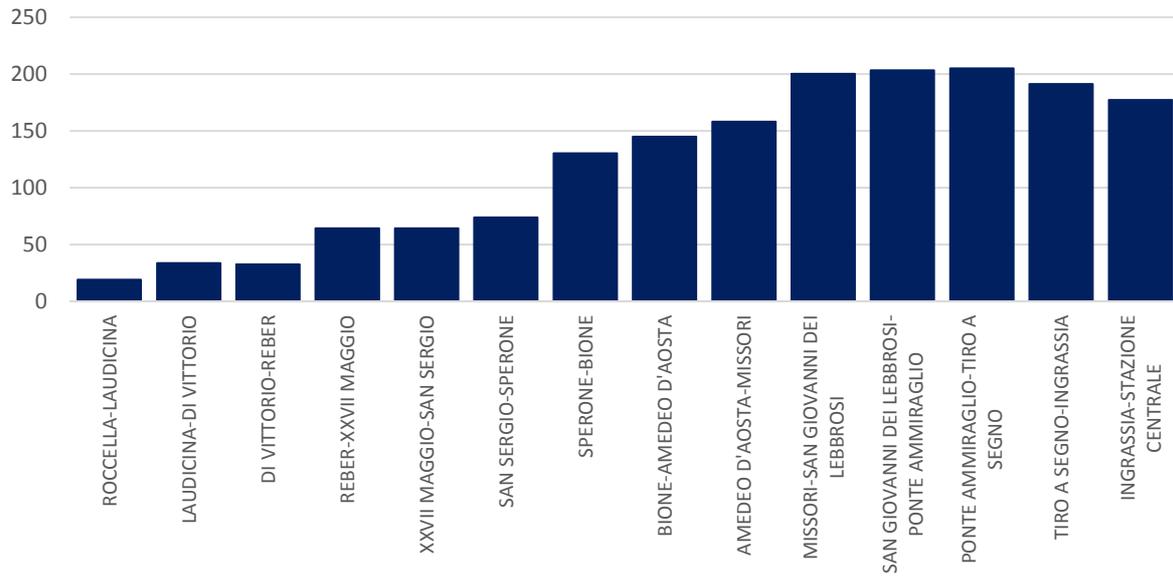


Figura 52 -Presenti Tram 1, Roccella -Stazione

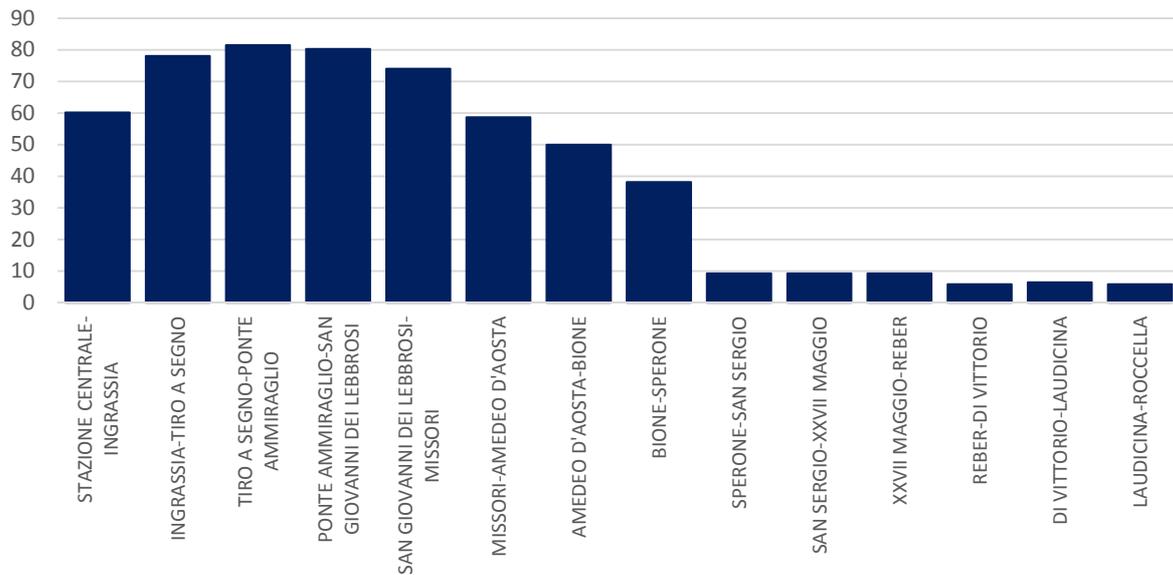


Figura 53 - Presenti, Tram 1, Stazione -Roccella

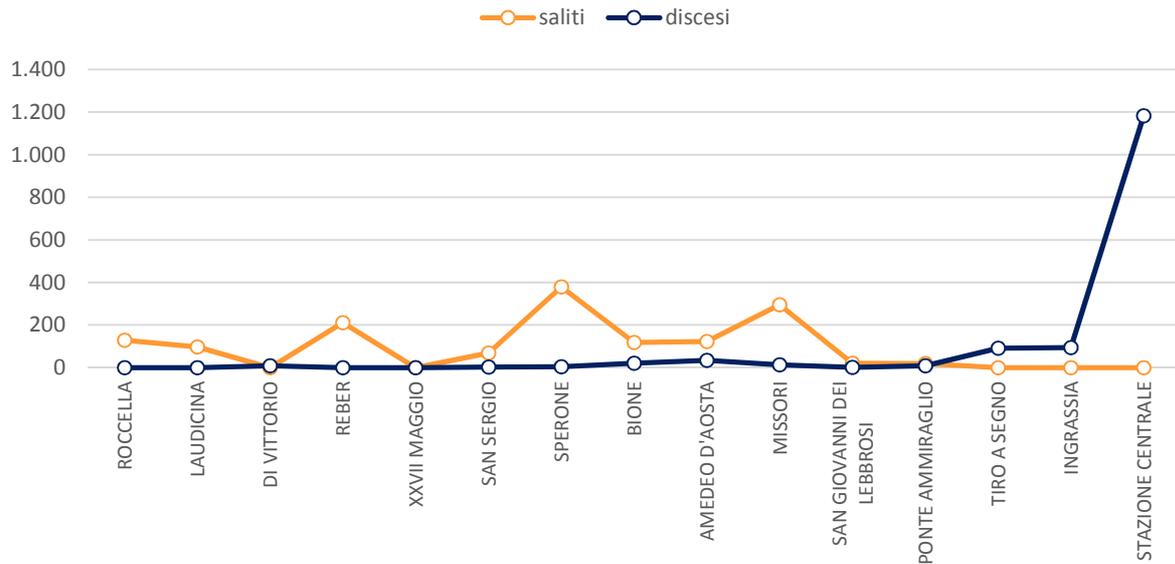


Figura 54 - Saliti/discesi, tram 1, Roccella - Stazione Centrale

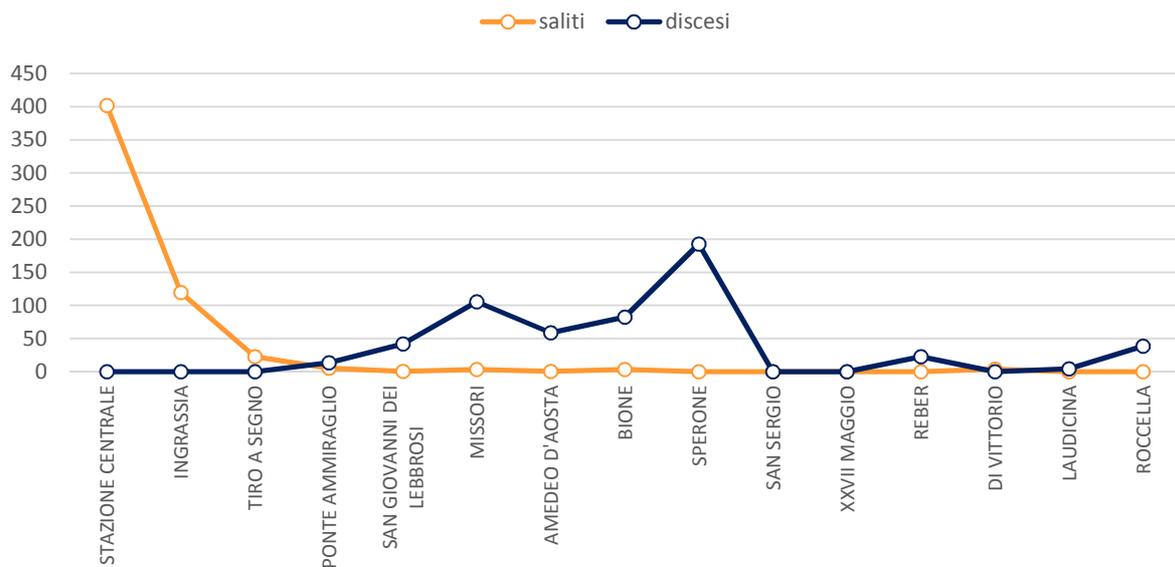


Figura 55 - Saliti/discesi, tram 1, Stazione Centrale -Roccella

TRAM 2A

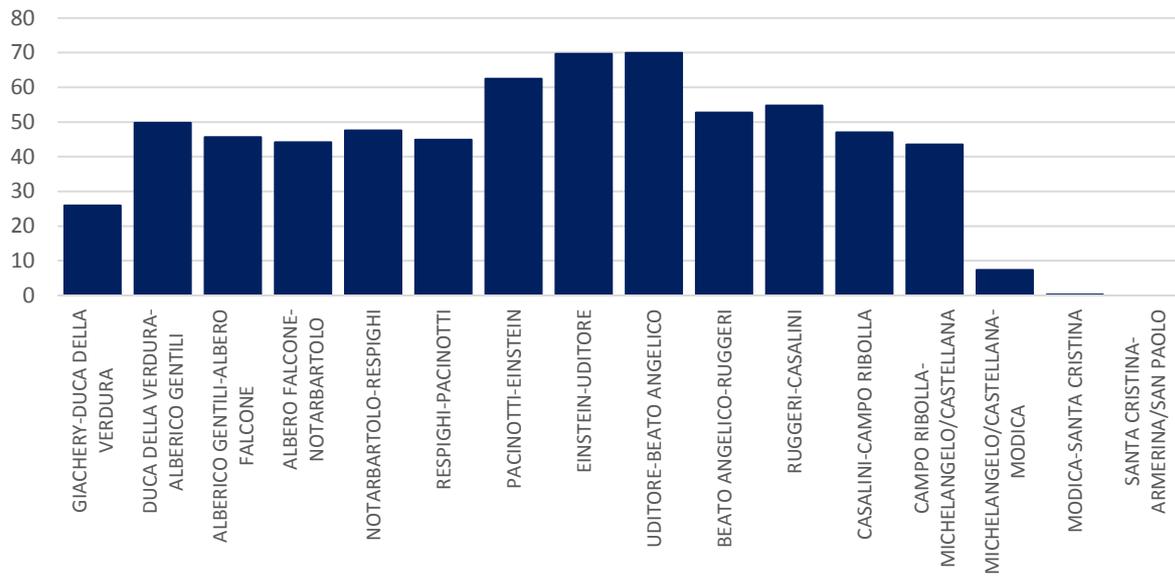


Figura 56 - Presenti, tram 2A, Giachery - Armerina San Paolo

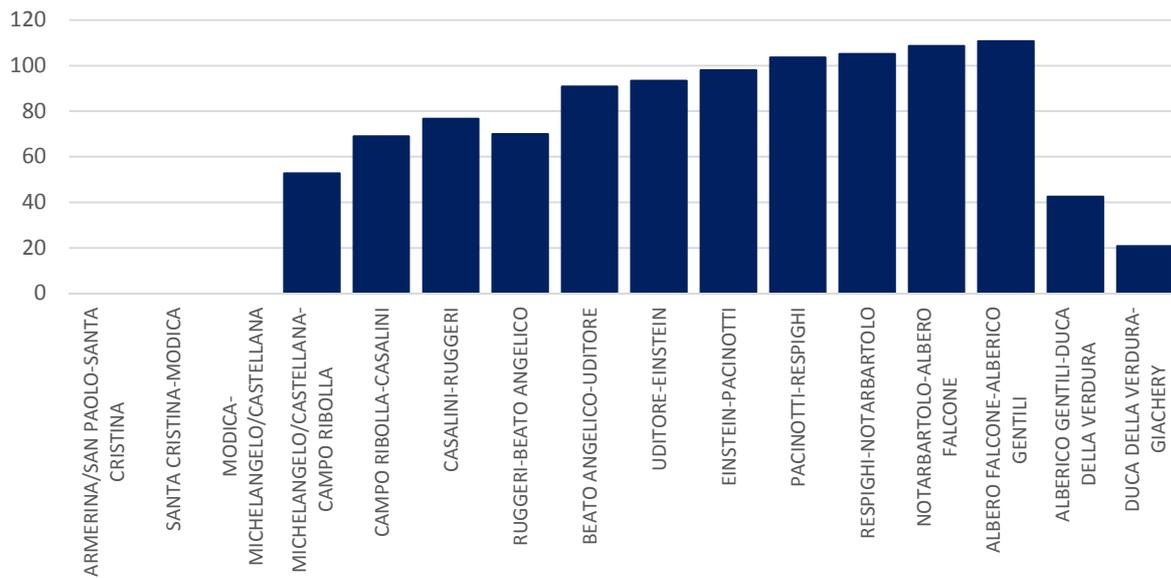


Figura 57 - Presenti, tram 2A, Armerina San Paolo - Giachery

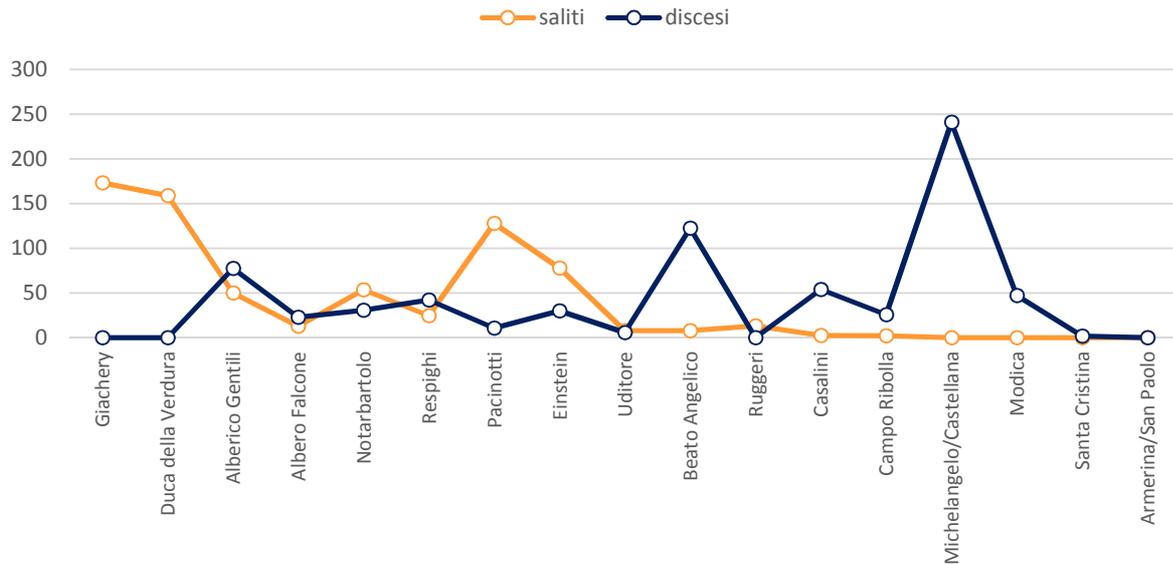


Figura 58 – Saliti /discesi, tram 2A, Giachery - Armerina San Paolo

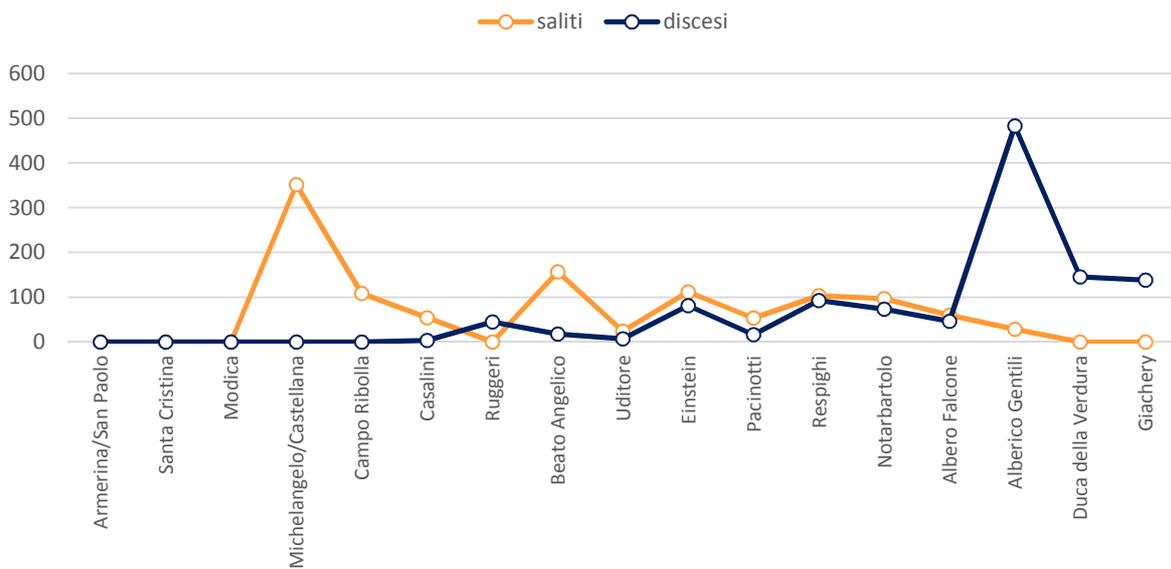


Figura 59 – Saliti/discesi, tram 2A, Armerina San Paolo - Giachery

TRAM 2B

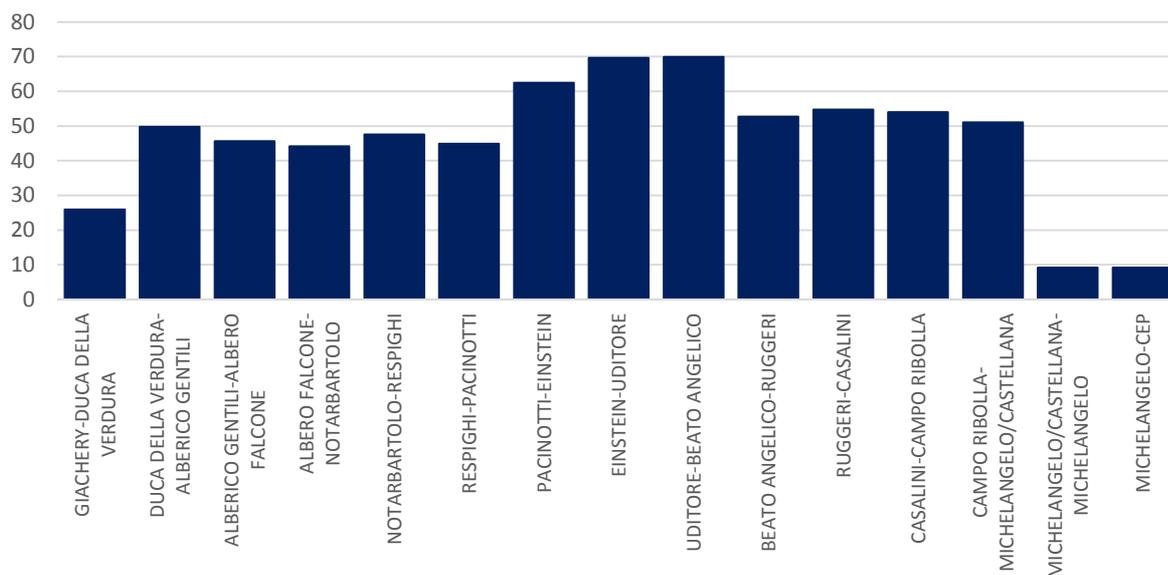


Figura 60 - Presenti, tram 2B, Giachery - CEP

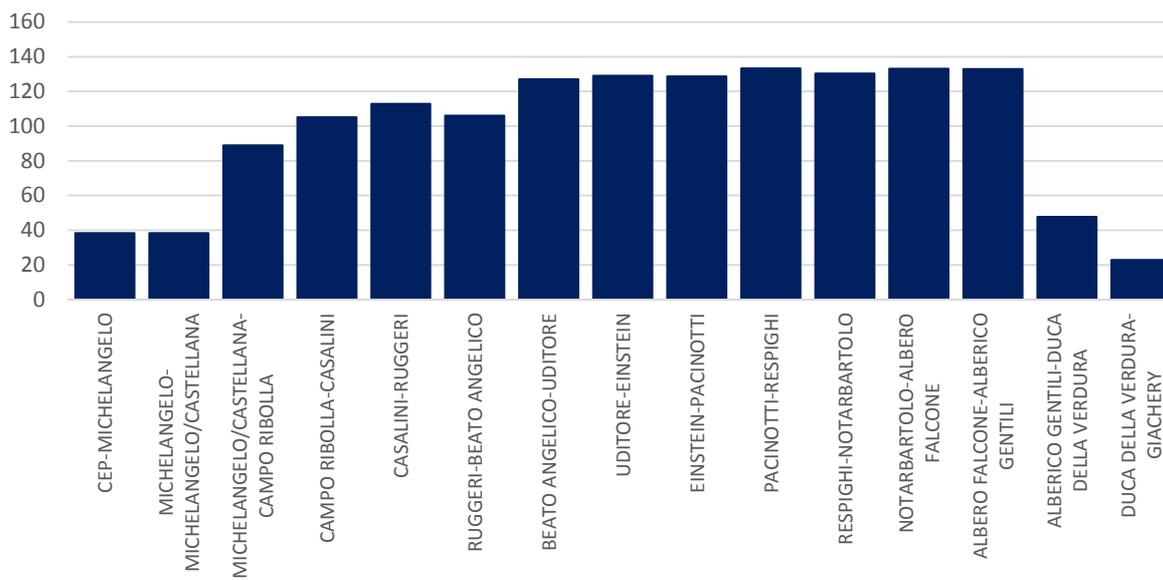


Figura 61 - Presenti, tram 2B, CEP - Giachery

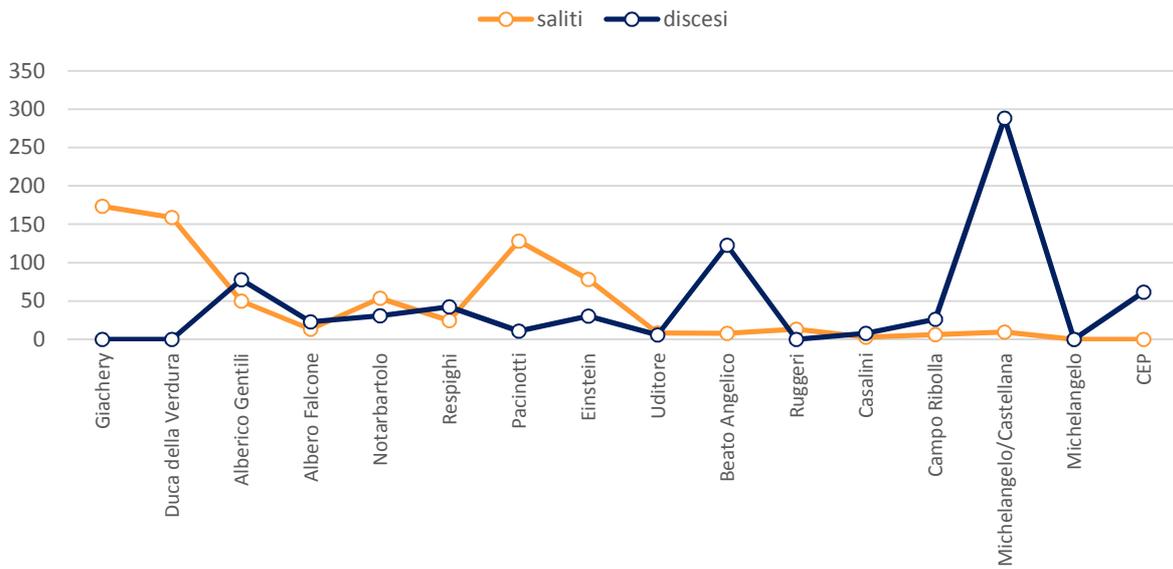


Figura 62 – Saliti -discesi, tram 2B, Giachery - CEP

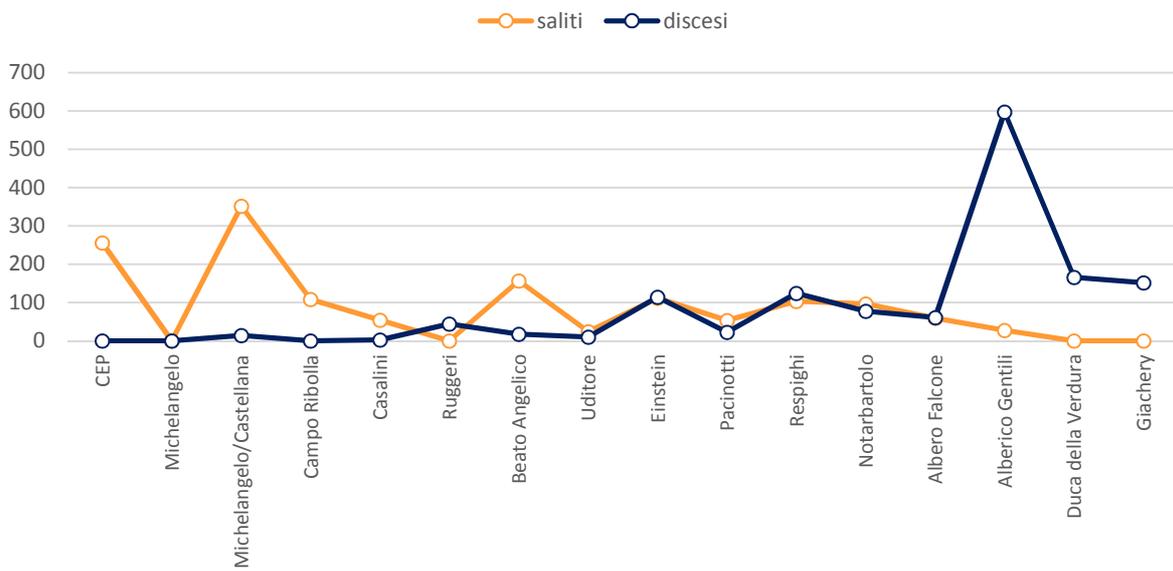


Figura 63 – Saliti/discesi, tram 2B, CEP - Giachery

TRAM 4

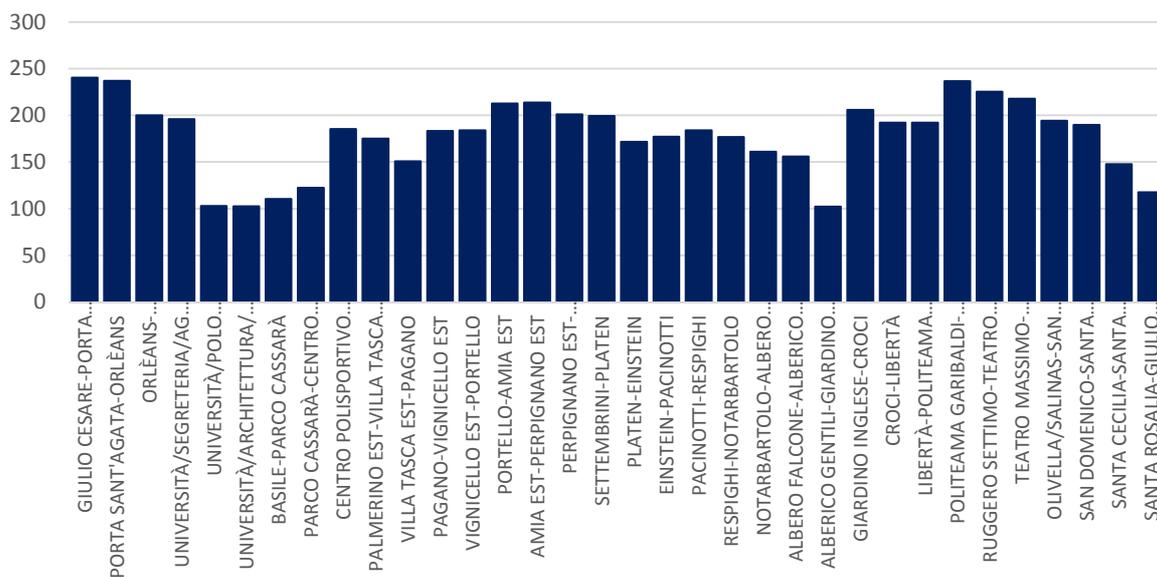


Figura 64 - Presenti, Tram 4, andata (senso orario)

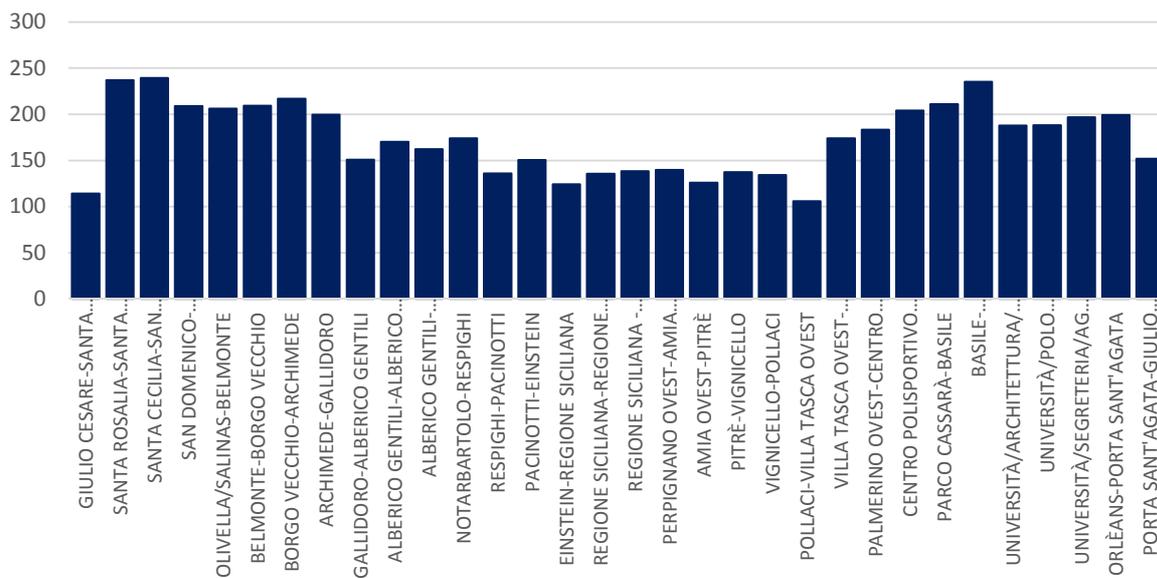


Figura 65 - Presenti, Tram 4, ritorno (senso anti-orario)

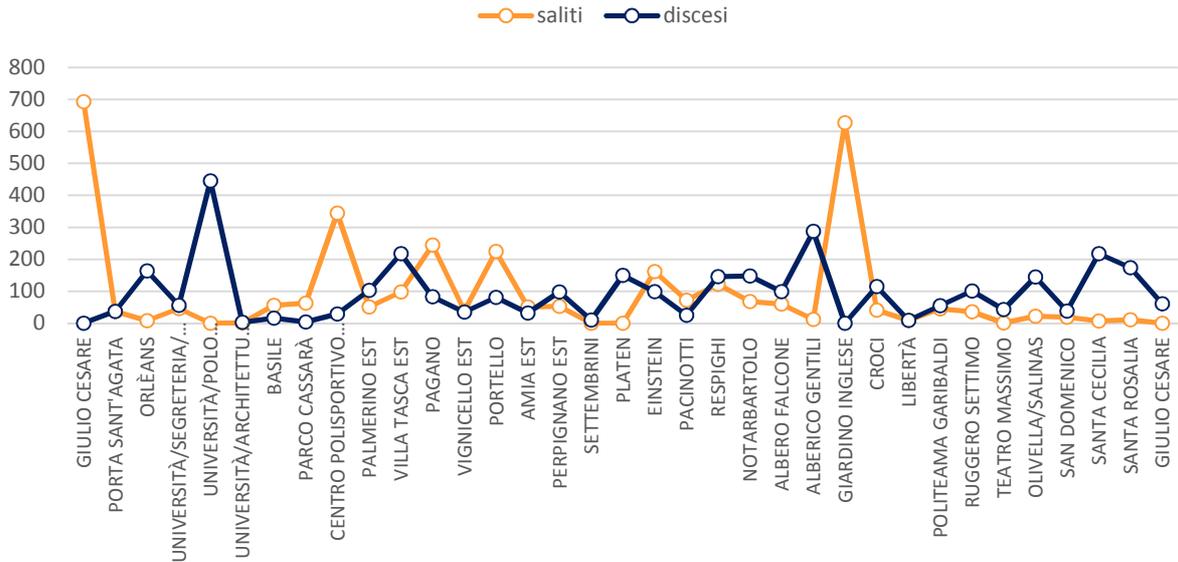


Figura 66 – Saliti/discesi, Tram 4, andata (senso orario)

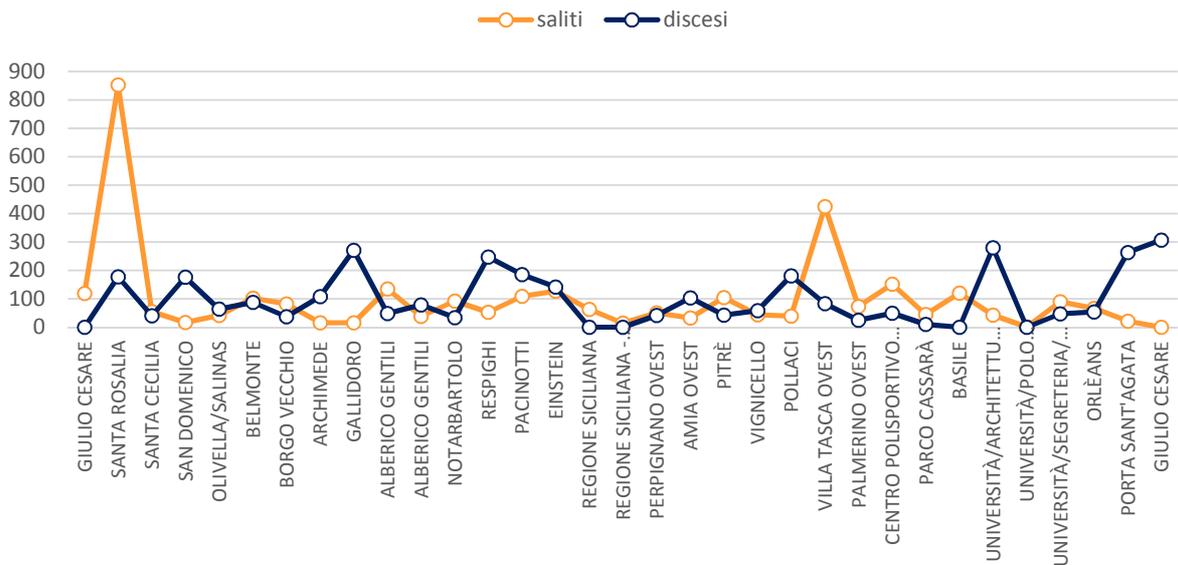
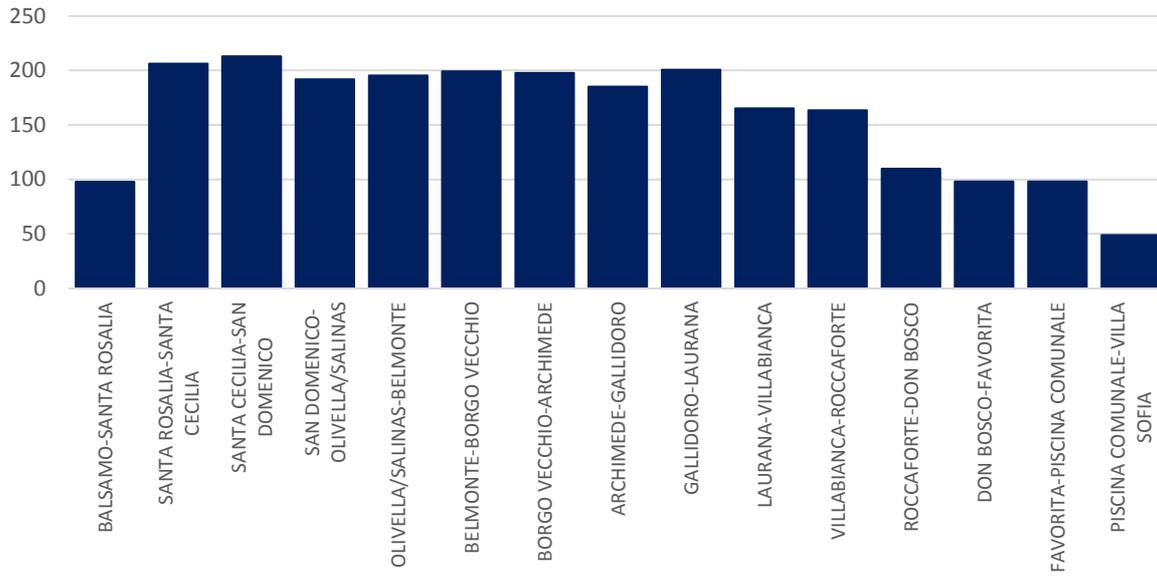
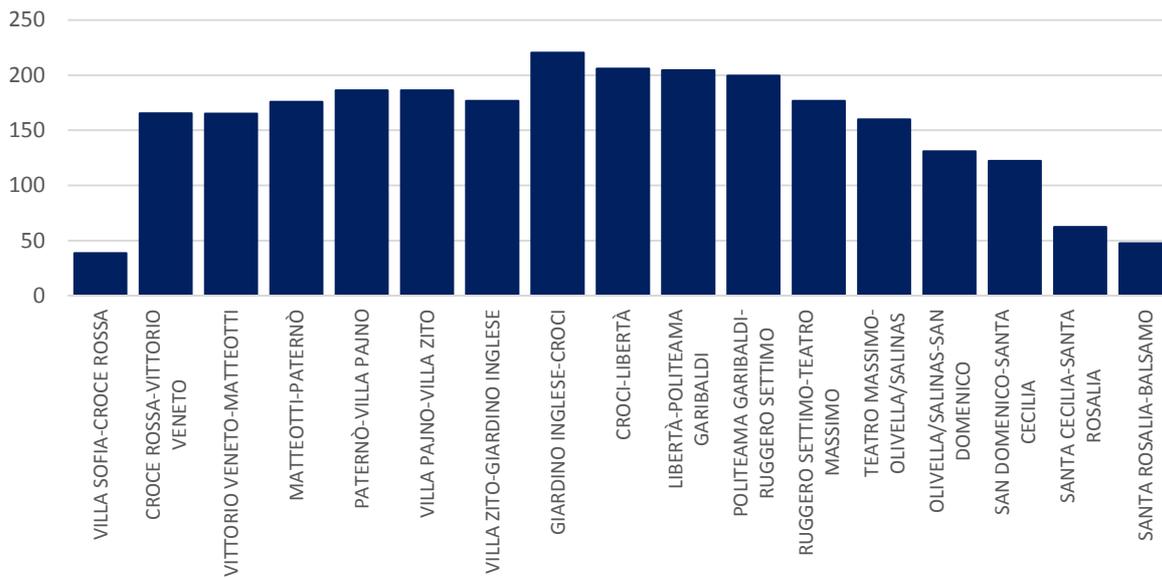


Figura 67 – Saliti/discesi, Tram 4, ritorno (senso anti-orario)

## TRAM 6



**Figura 68 - Presenti, tram 6, Balsamo - Villa Sofia**



**Figura 69 - Presenti, tram 6, Villa Sofia - Balsamo**

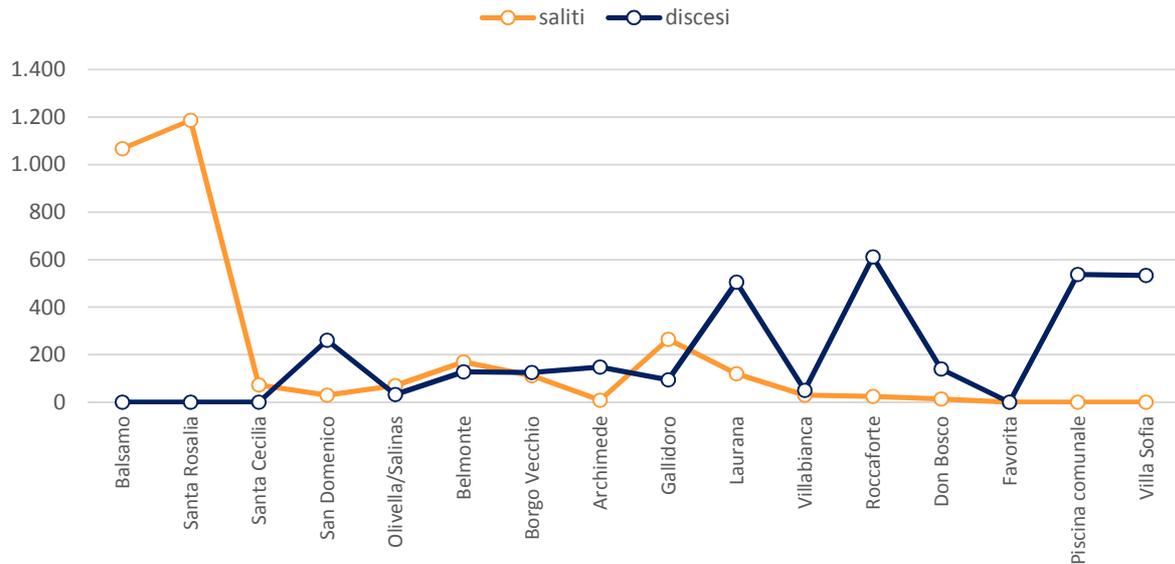


Figura 70 – Saliti/discesi, tram 6, Balsamo - Villa Sofia

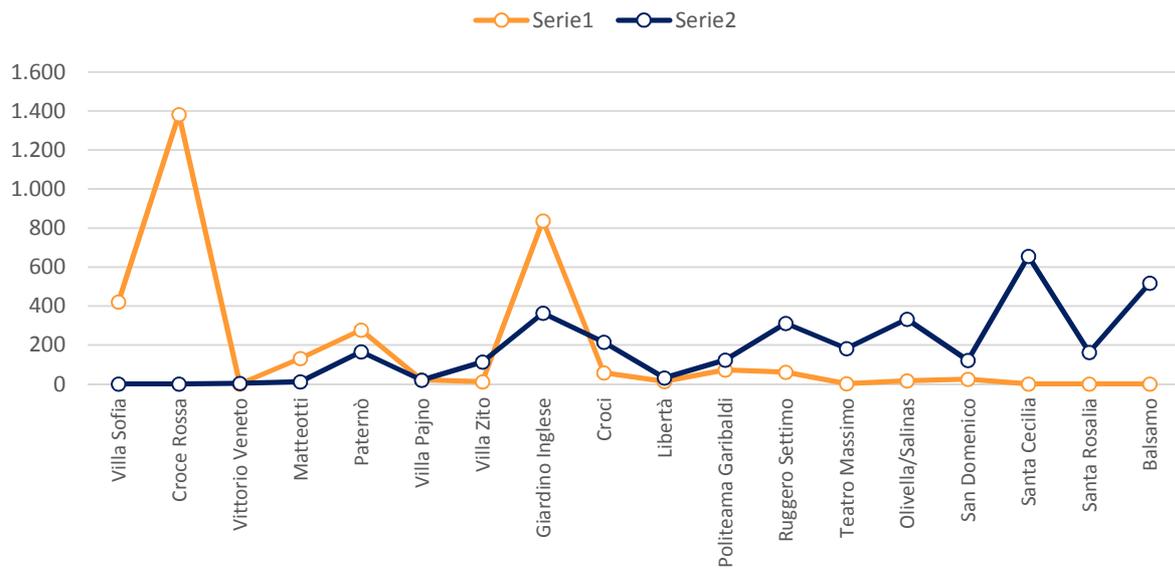


Figura 71 - Saliti/discesi, tram 6, Villa Sofia - Balsamo

### TRAM 8

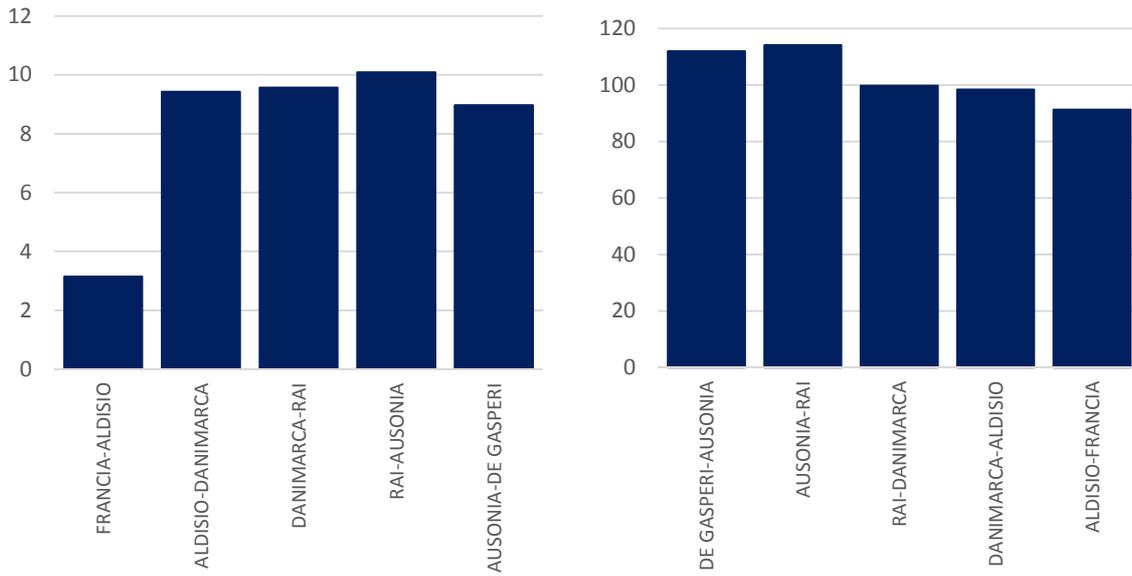


Figura 72 - Presenti, tram 8, Villa Francia-De Gasperi e De Gasperi-Francia

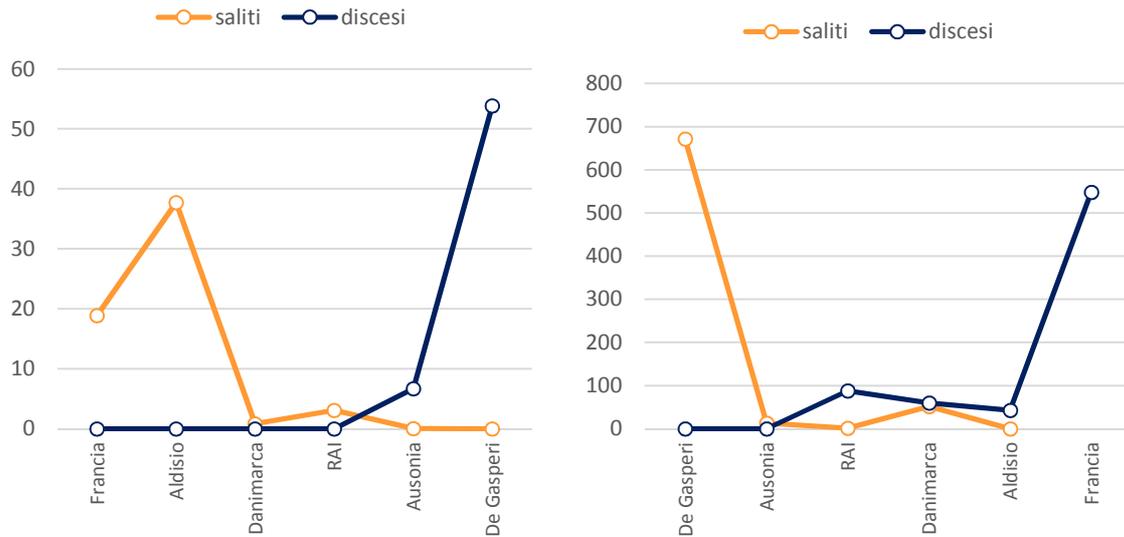


Figura 73 - Saliti/discesi, tram 8, Francia- De Gasperi e De Gasperi -Francia

### 5.4.3 Scenario di progetto

#### TRAM1

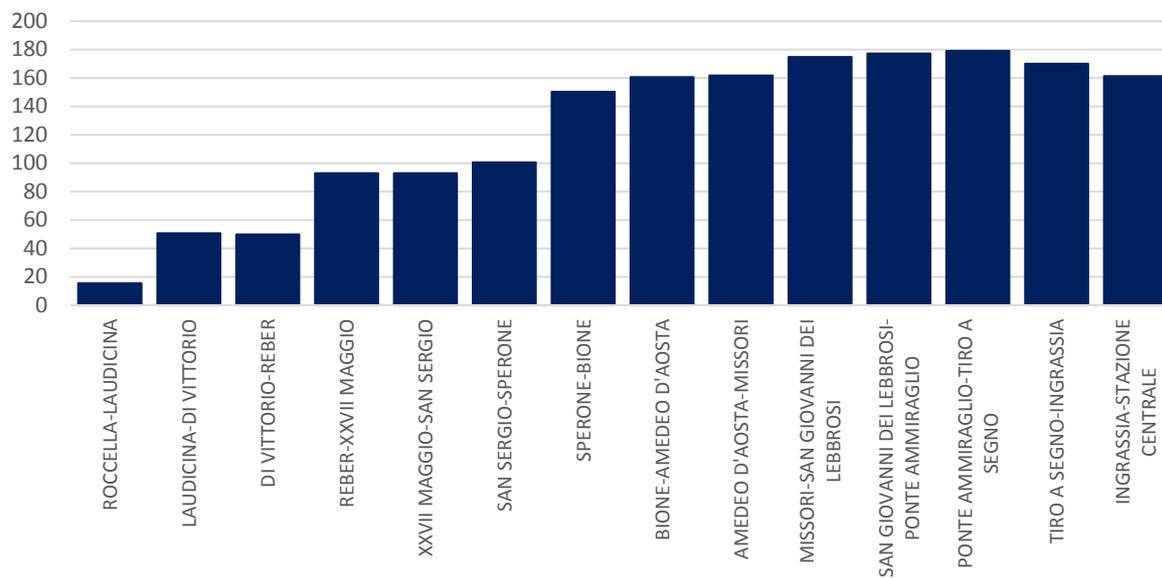


Figura 74 -Presenti Tram 1, Roccella -Stazione

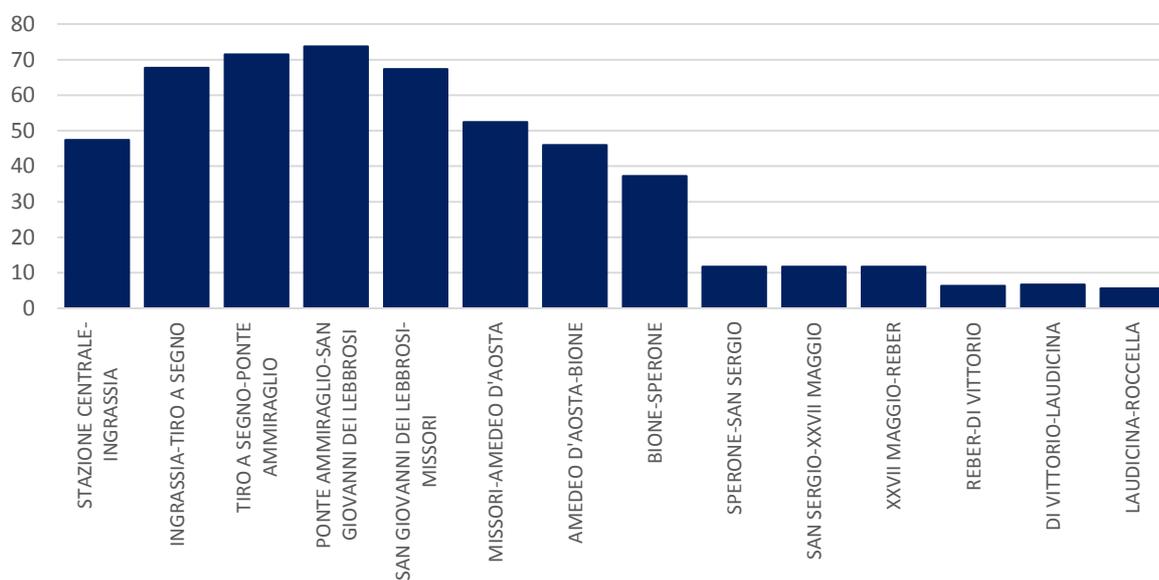


Figura 75 -Presenti Tram 1, Stazione- Roccella

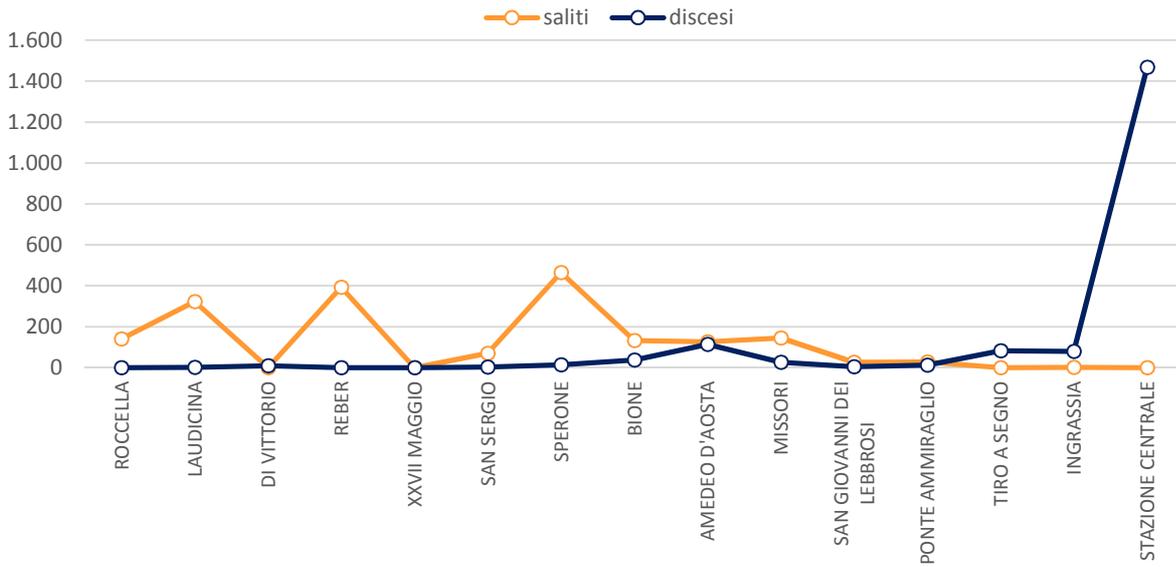


Figura 76 -Saliti/discesi, Tram 1, Roccella -Stazione

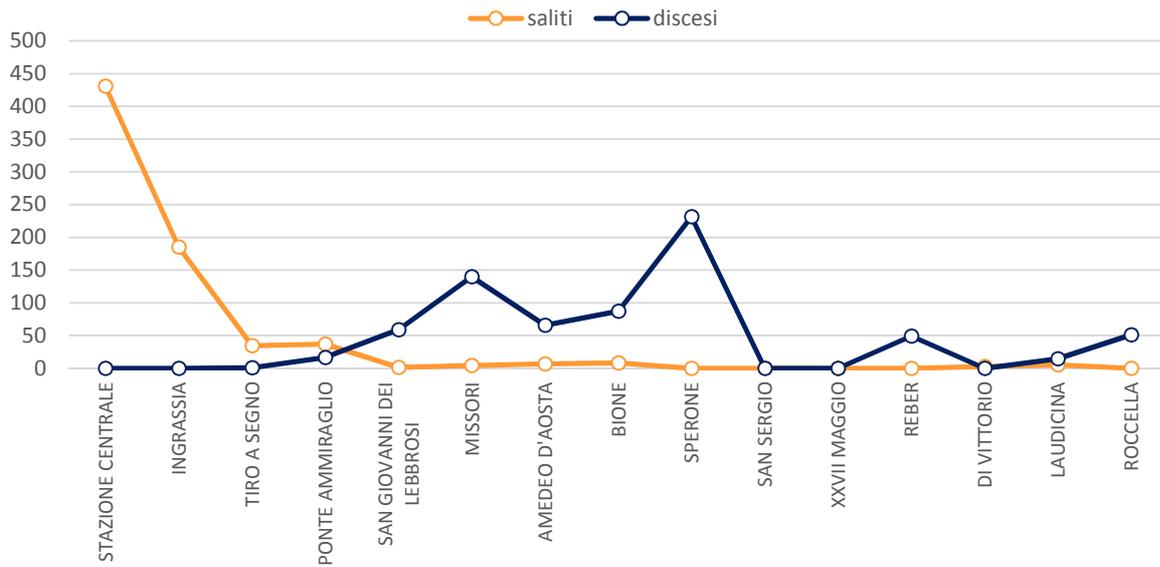


Figura 77 -Saliti/discesi, Tram 1, Stazione- Roccella

TRAM 2A

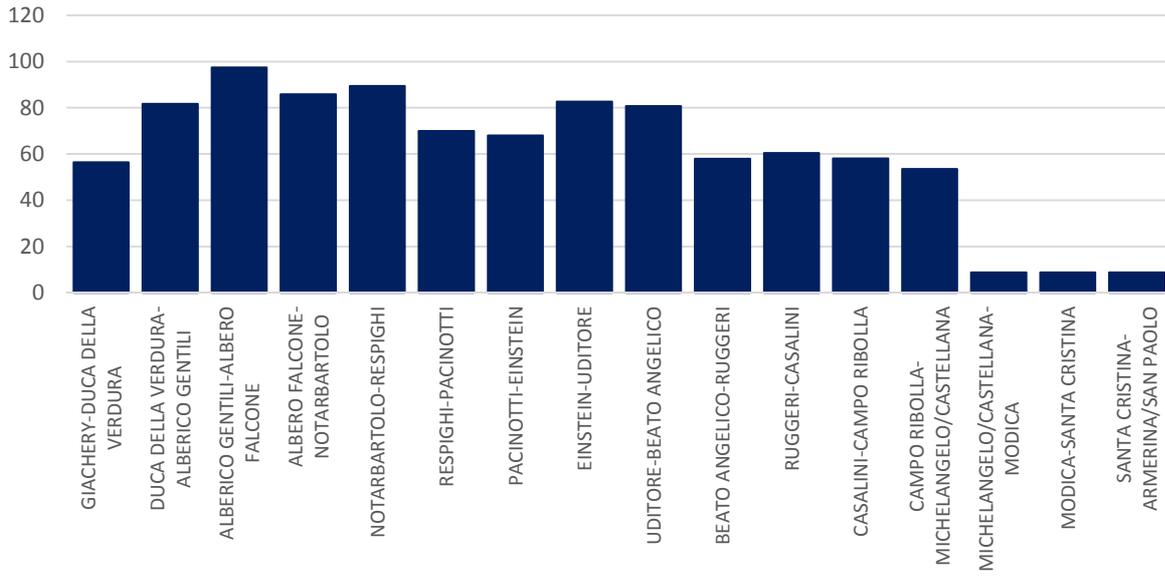


Figura 78 - Presenti, tram 2A, Giachery - Armerina San Paolo

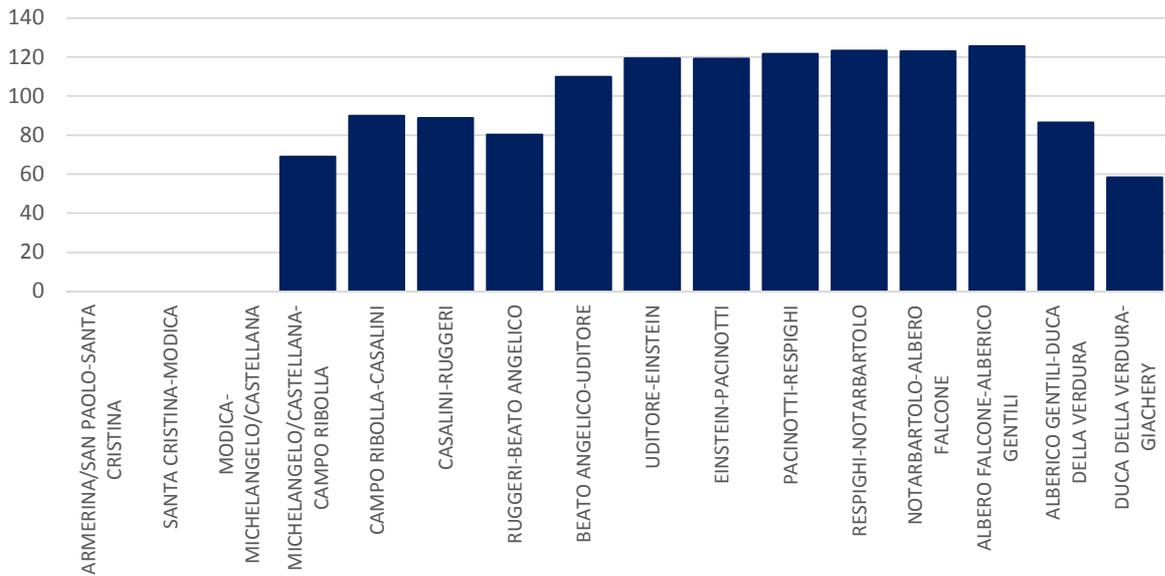
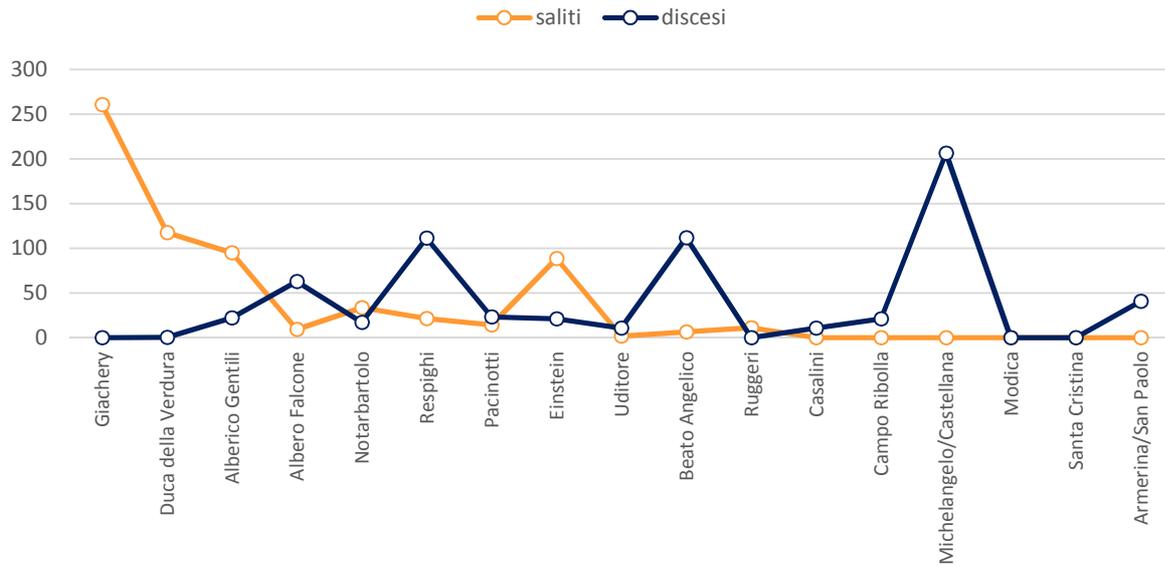
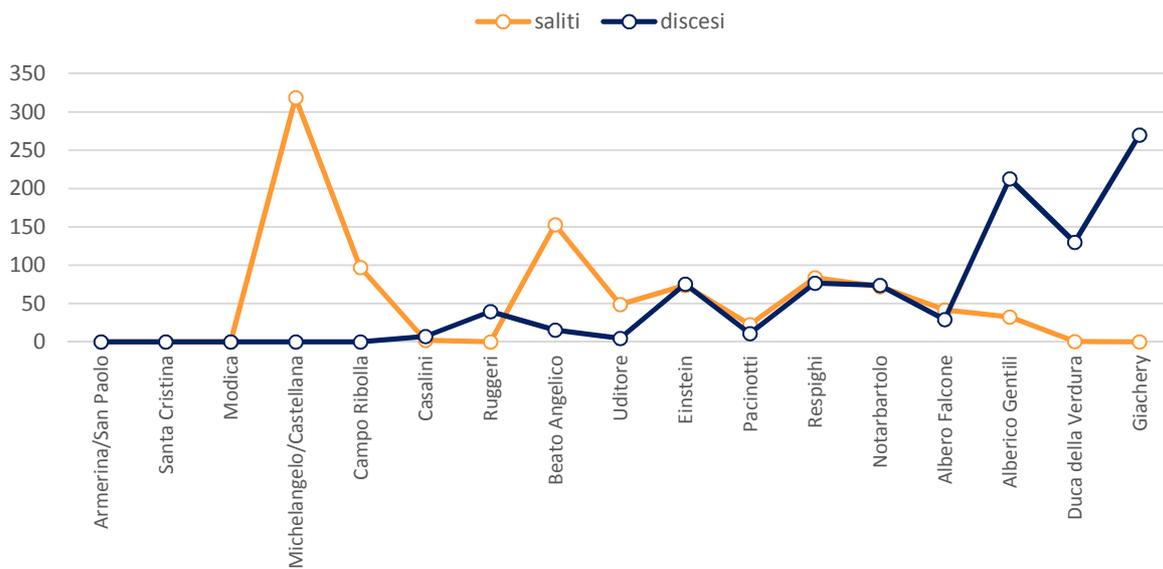


Figura 79 - Presenti, tram 2A, Armerina San Paolo - Giachery



**Figura 80 – Saliti/discesi, tram 2A, Giachery - Armerina San Paolo**



**Figura 81 Saliti/discesi, tram 2A, Armerina San Paolo - Giachery**

TRAM 2B

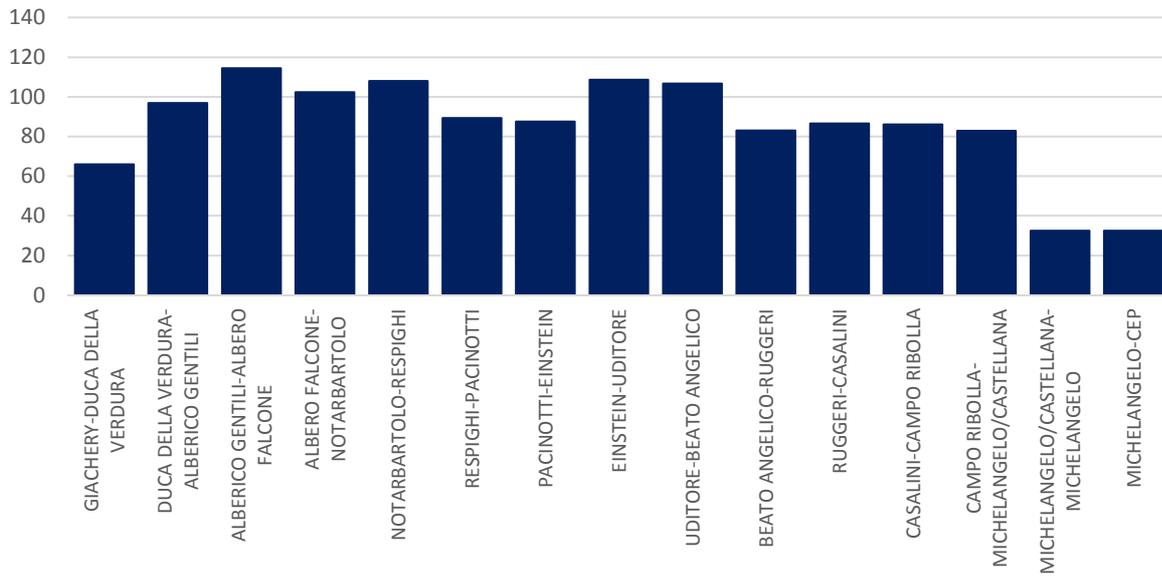


Figura 82 - Presenti, tram 2B, Giachery - CEP

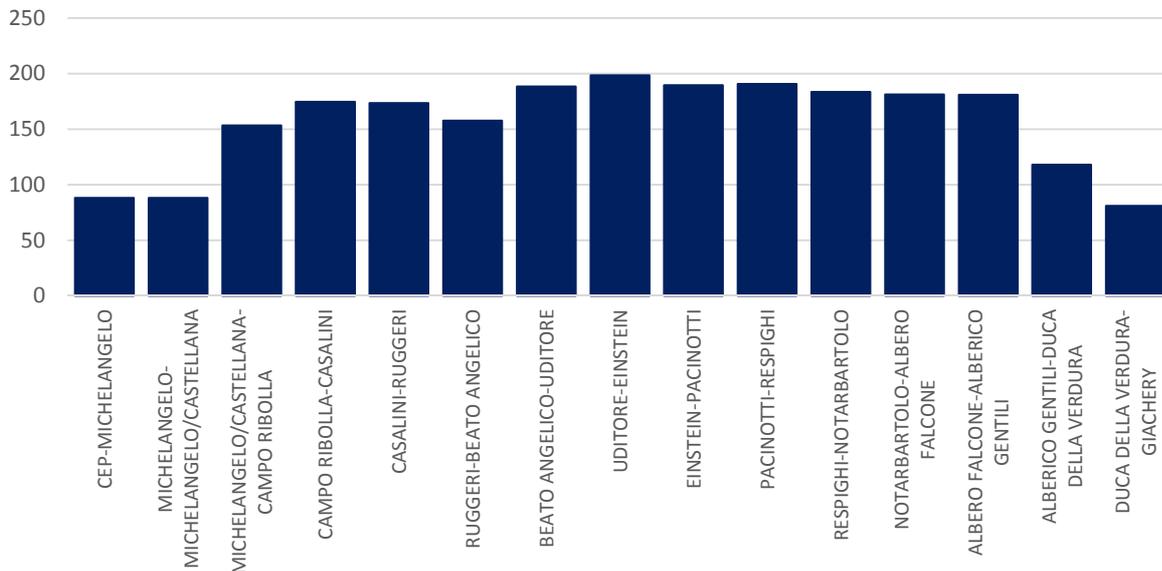


Figura 83 - Presenti, tram 2B, CEP - Giachery

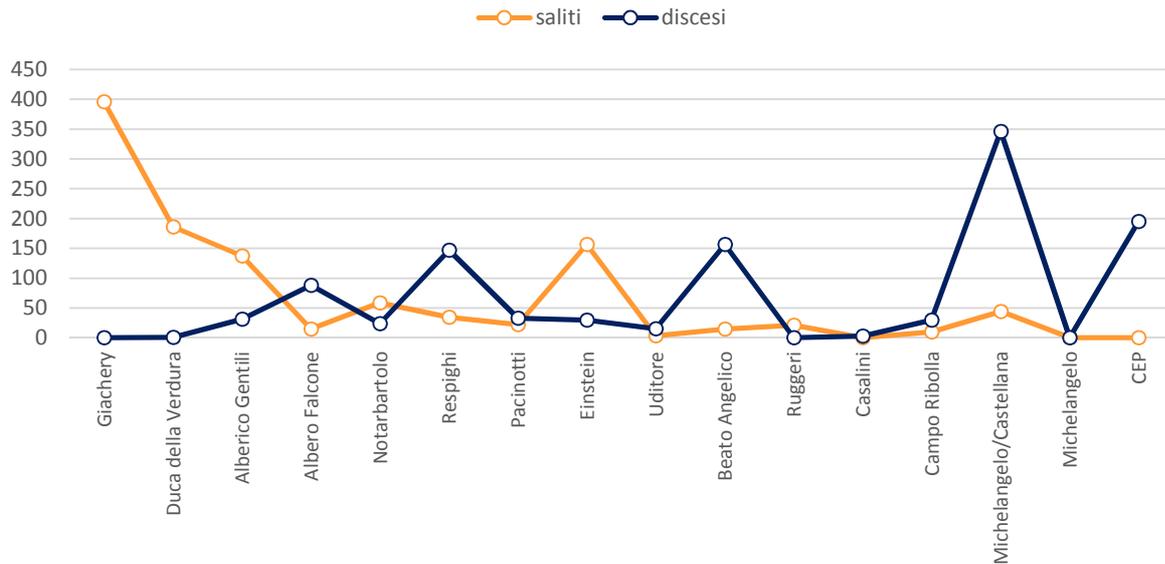


Figura 84 – Saliti/discesi, tram 2B, Giachery - CEP

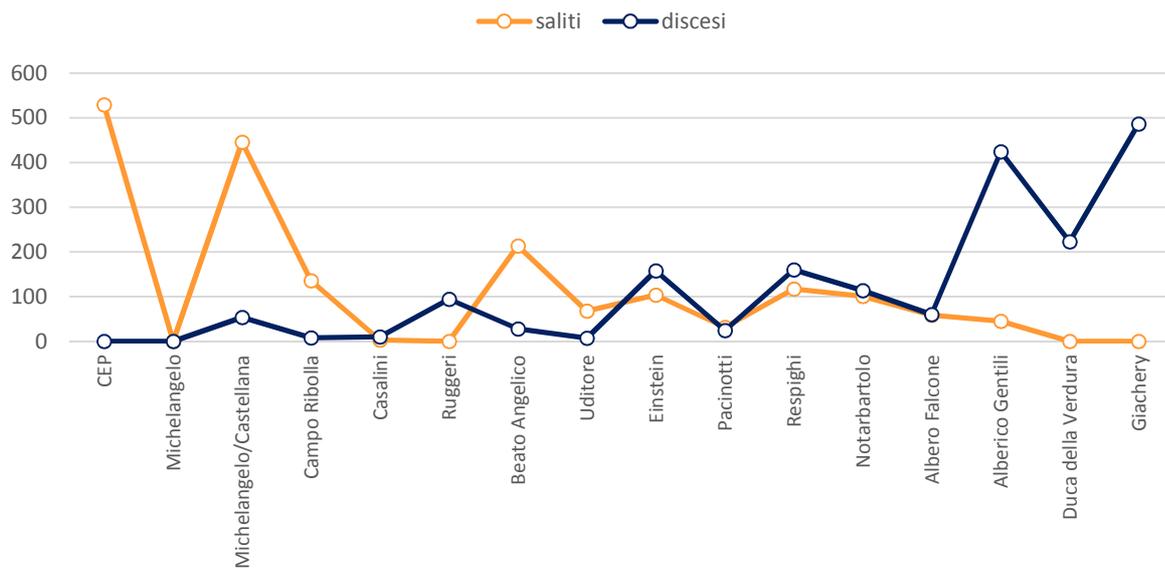


Figura 85 – Saliti/discesi, tram 2B, CEP - Giachery

### TRAM 4

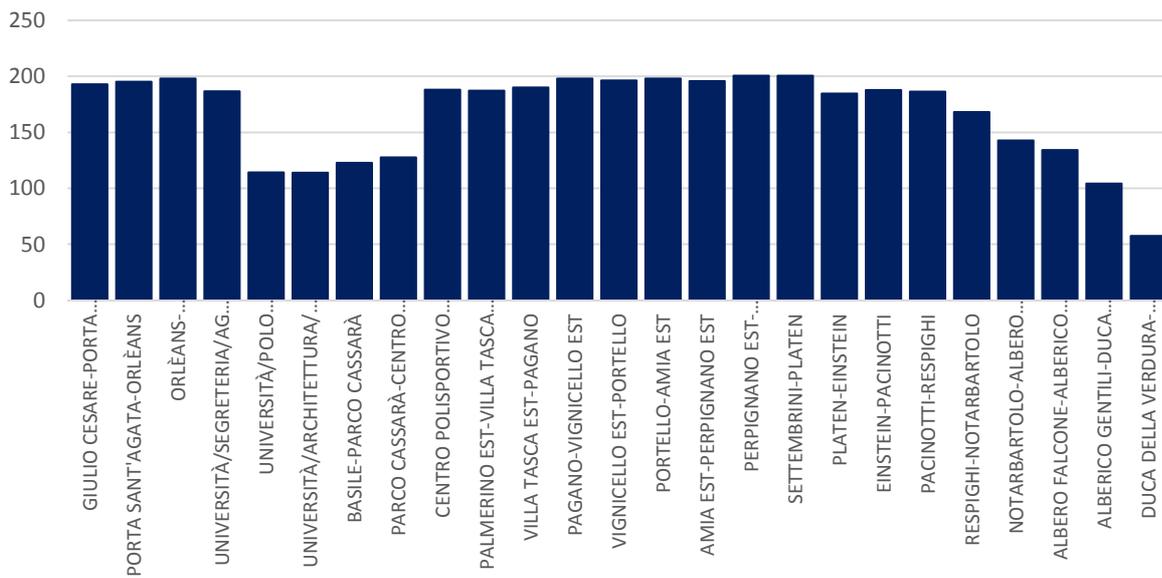


Figura 86 - Presenti, tram 4, Giulio Cesare-Giachery

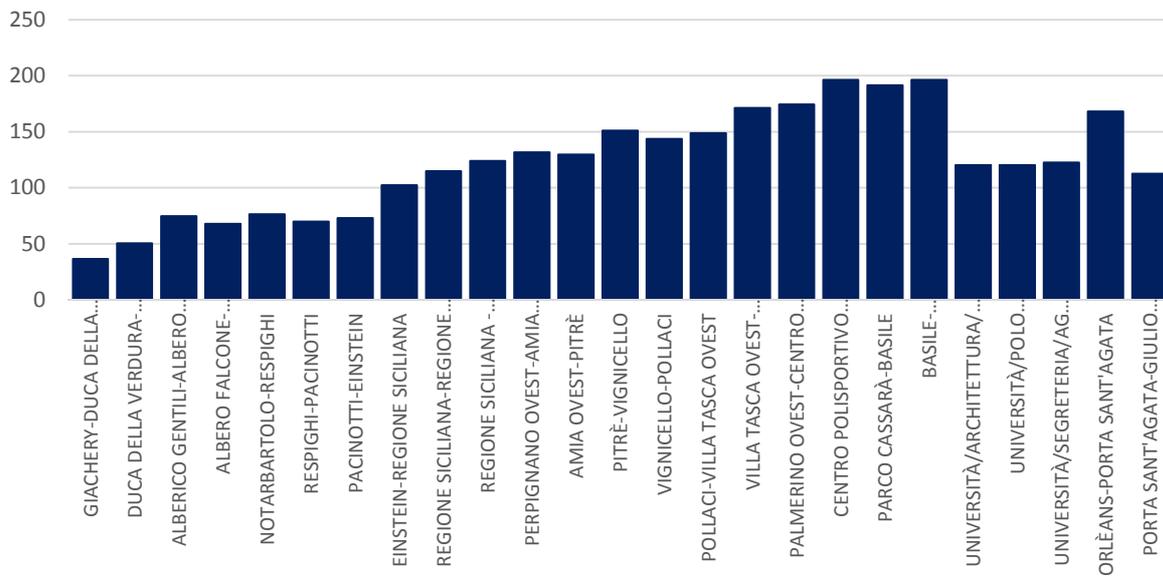


Figura 87 - Presenti, tram 4, Giachery-Giulio Cesare

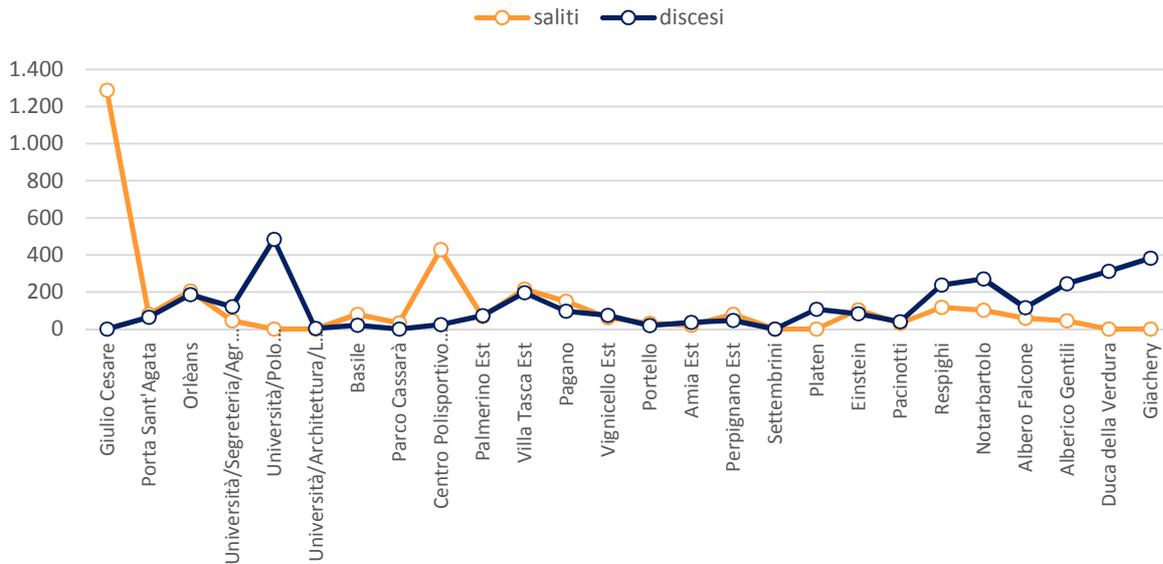


Figura 88 – Saliti/discesi, tram 4, Giulio Cesare-Giachery

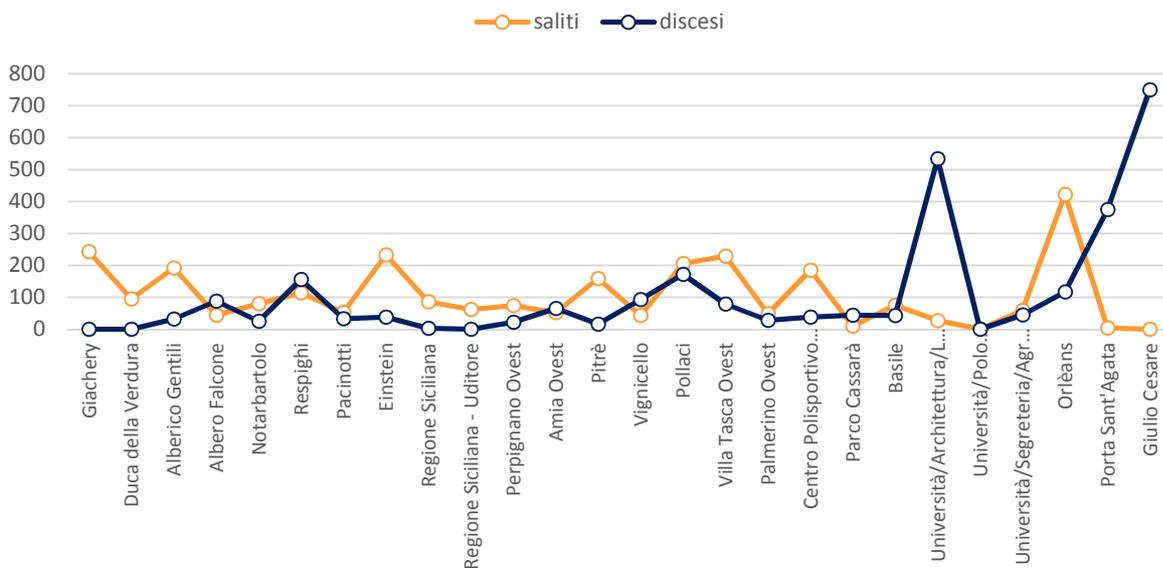


Figura 89 – Saliti/discesi, tram 4, Giachery-Giulio Cesare

## TRAM 6

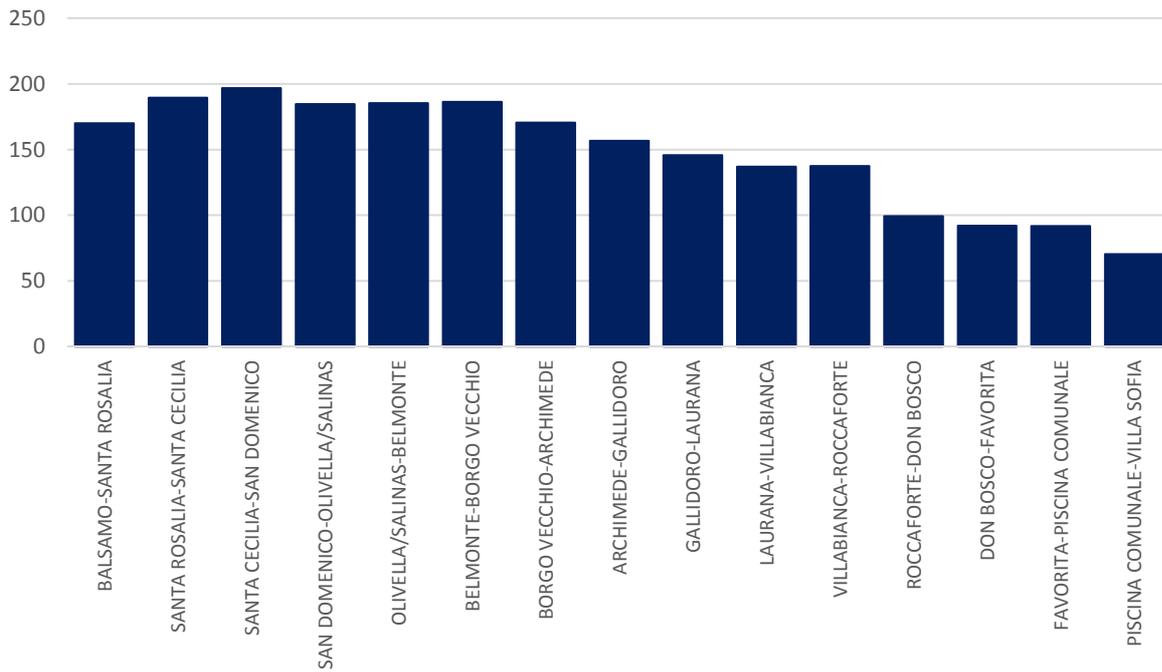


Figura 90 – Presenti, tram 6, Balsamo – Villa Sofia

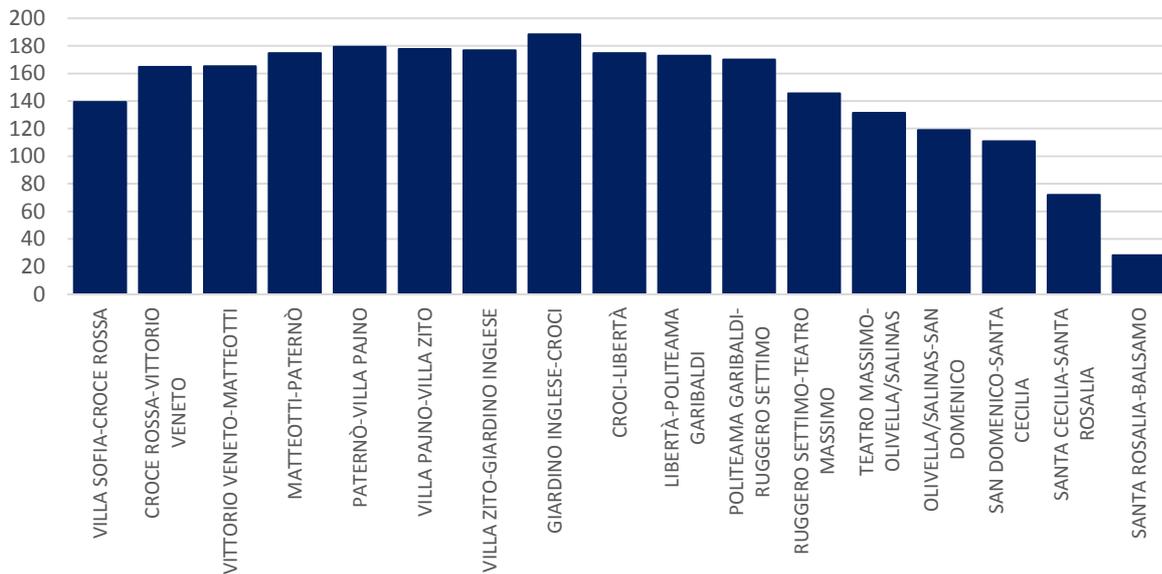


Figura 91 – Presenti, tram 6, Villa Sofia Balsamo

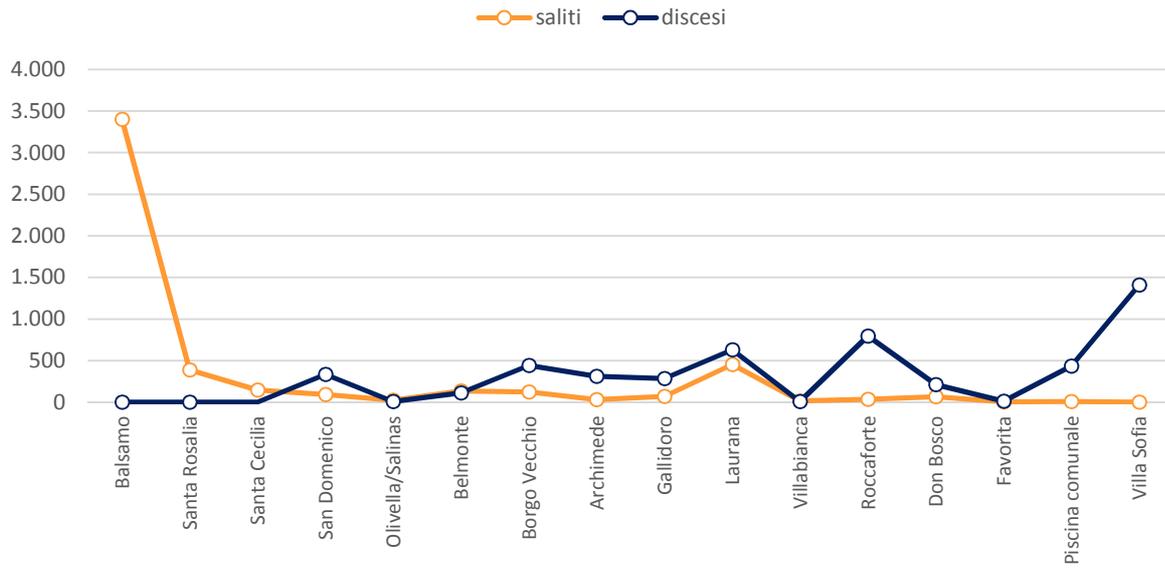


Figura 92 – Saliti/discesi, tram 6, Balsamo – Villa Sofia

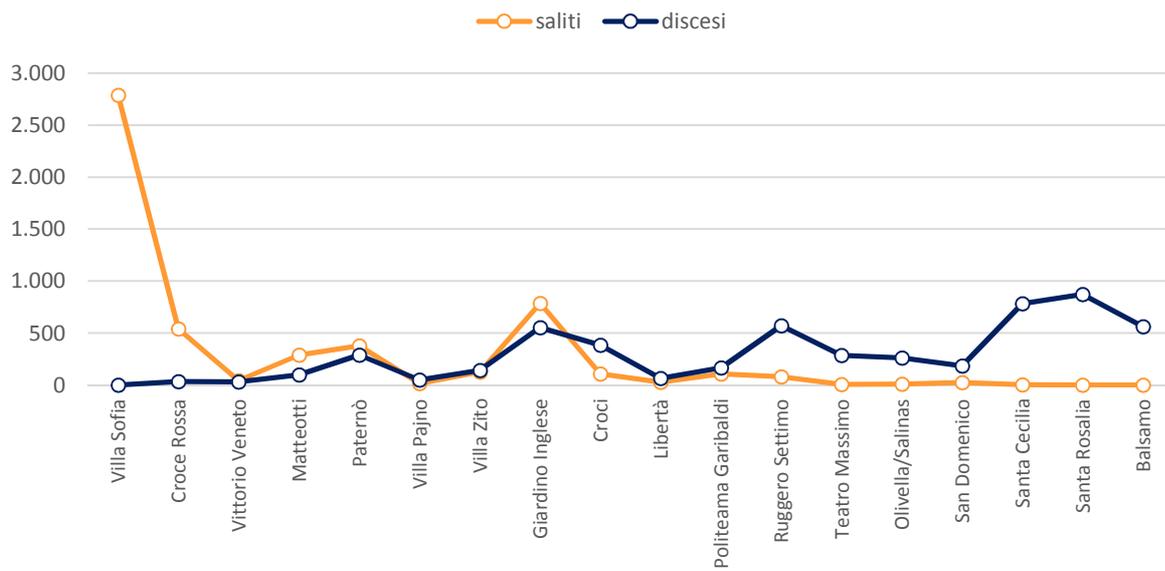


Figura 93 – Saliti/discesi, tram 6, Villa Sofia Balsamo

Tram 7A

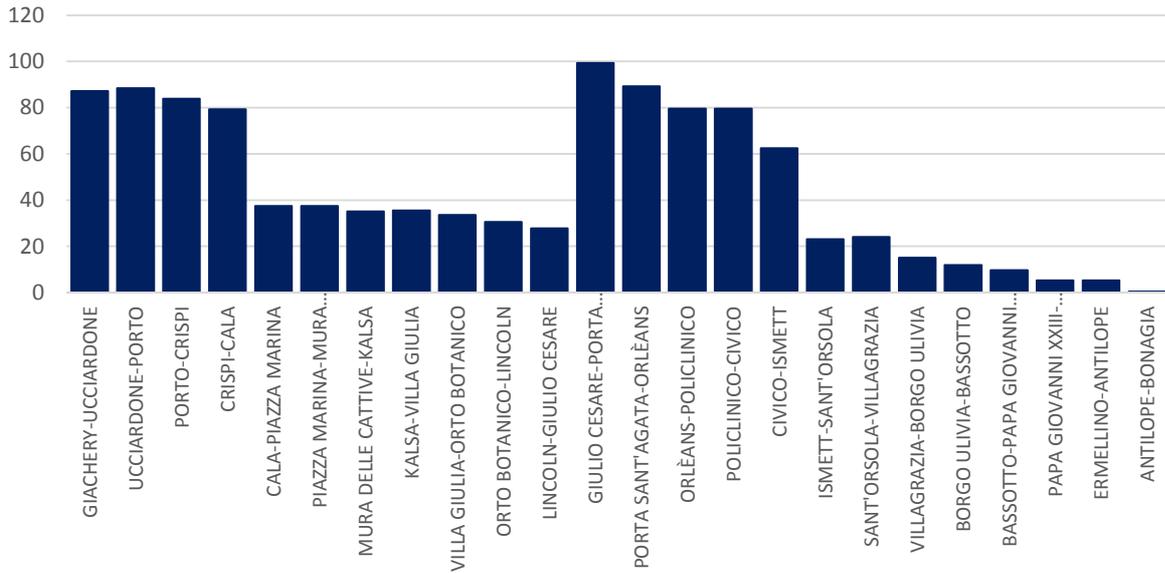


Figura 94 - Presenti, tram 7A, Giachery - Bonagia

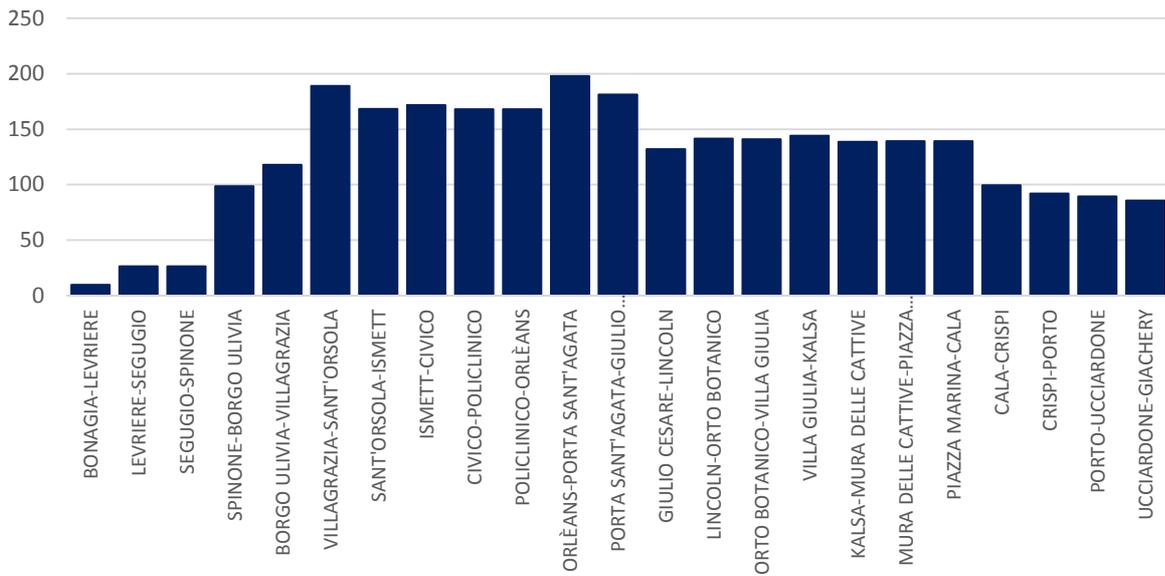


Figura 95 - Presenti, tram 7A, Bonagia - Giachery

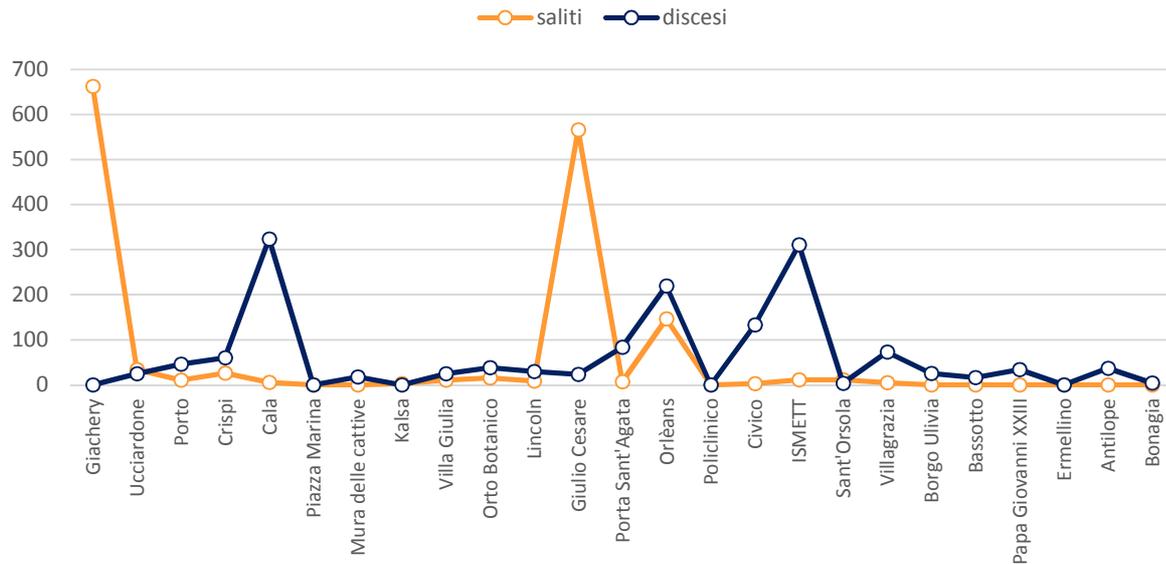


Figura 96 – Saliti/discesi, tram 7A, Giachery - Bonagia

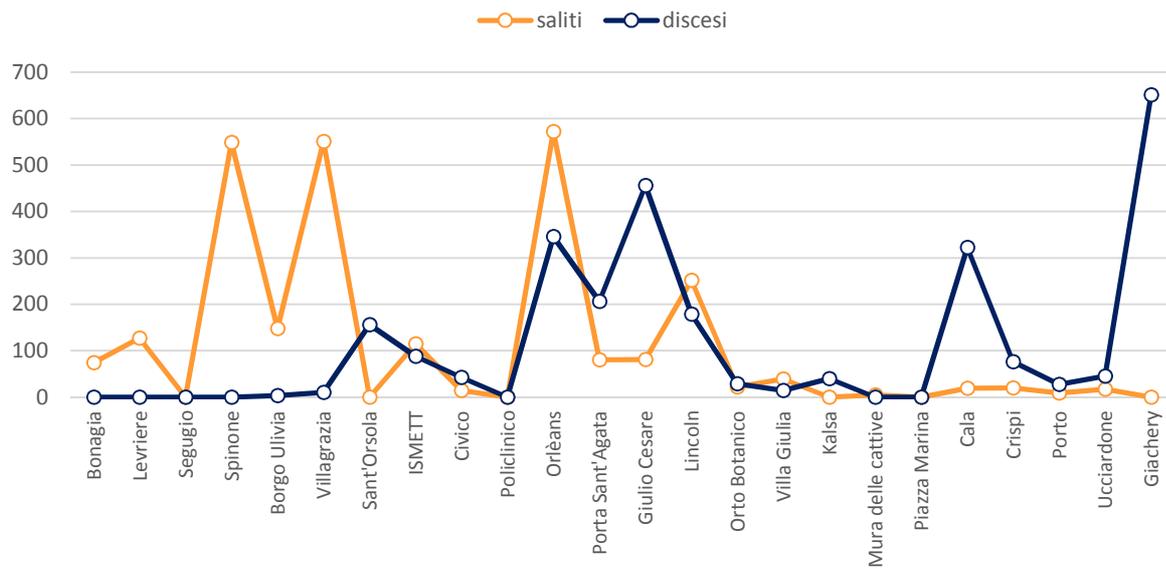


Figura 97 – Saliti/discesi, tram 7A, Bonagia - Giachery

### TRAM 7B

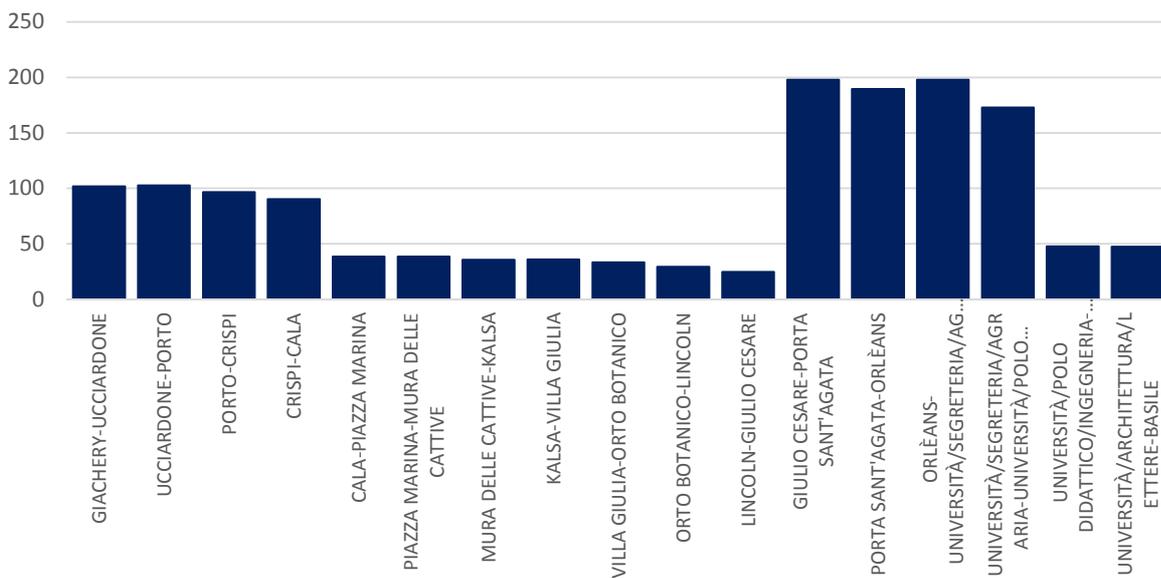


Figura 98 - Presenti, tram 7B, Giachery - Basile

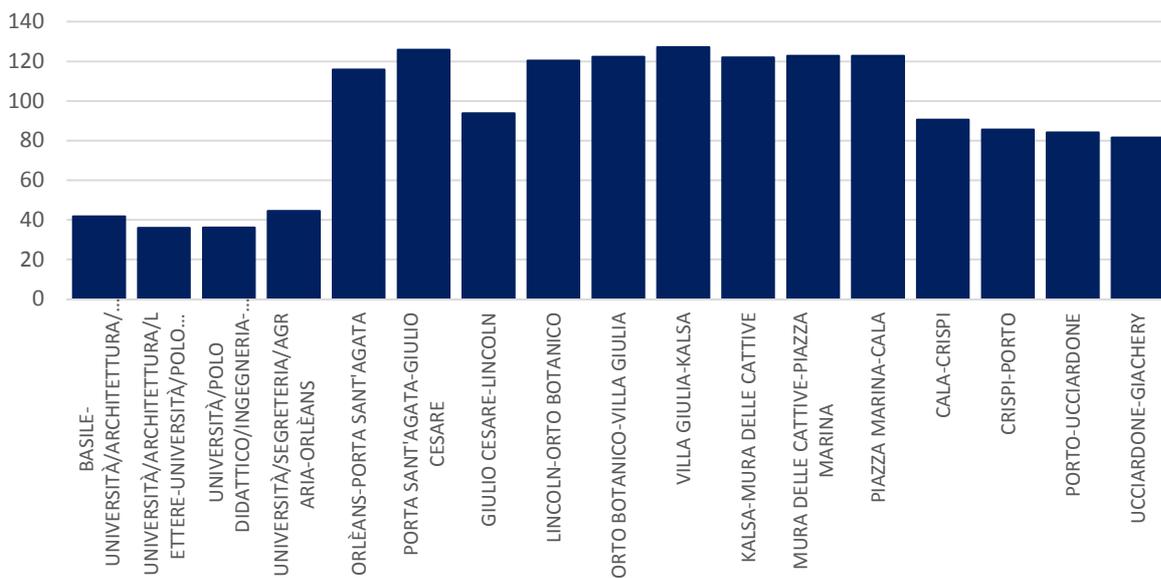


Figura 99 - Presenti, tram 7B, Basile - Giachery

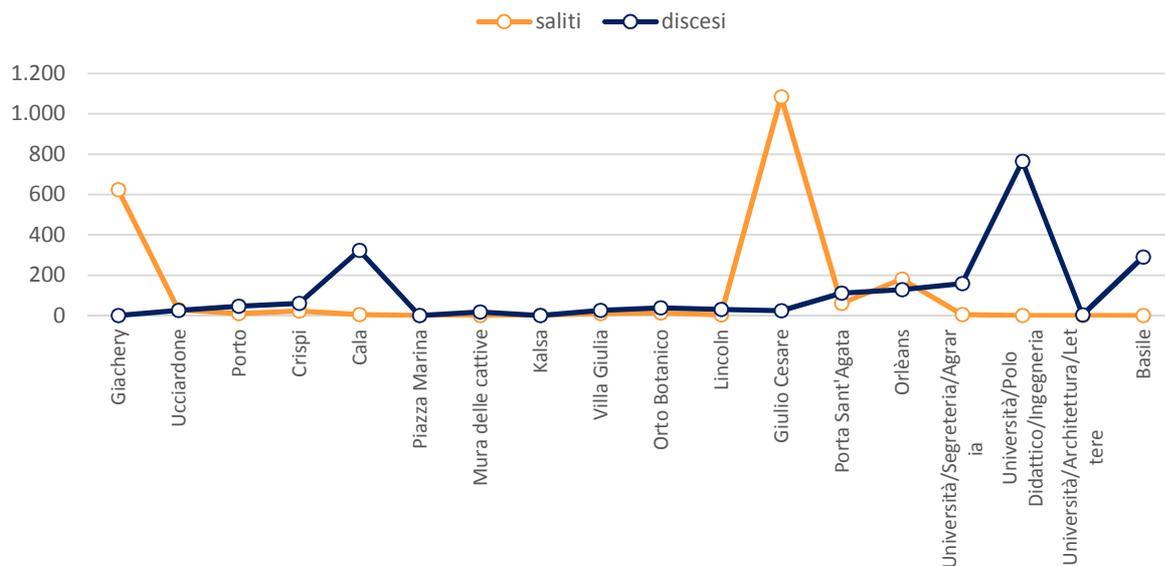


Figura 100 – Saliti/discesi, tram 7B, Giachery - Basile

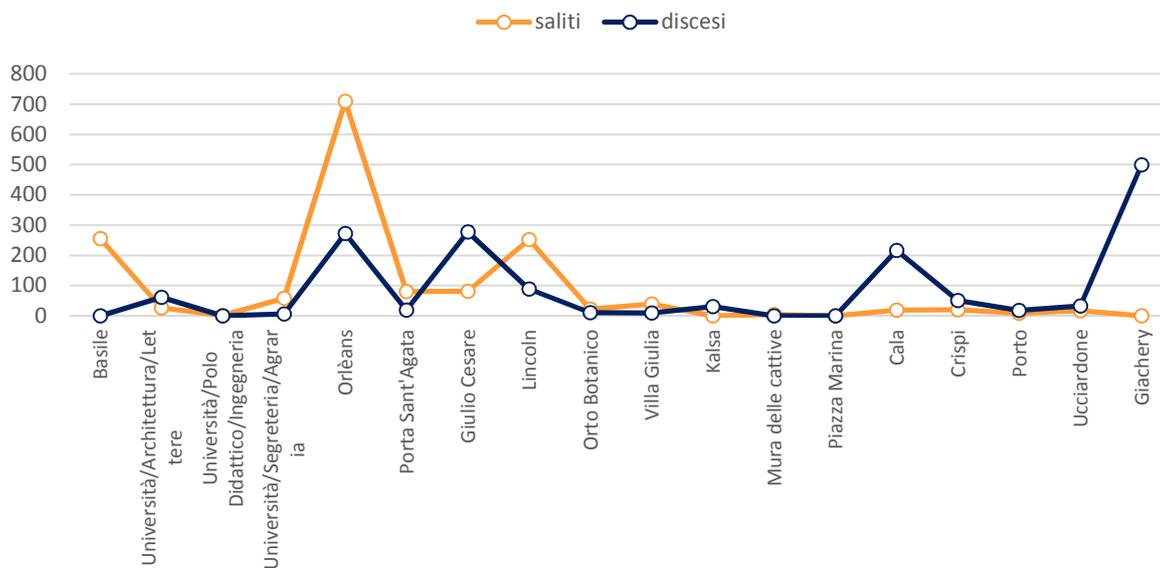


Figura 101 – Saliti/discesi, tram 7B, Basile- Giachery

TRAM 8

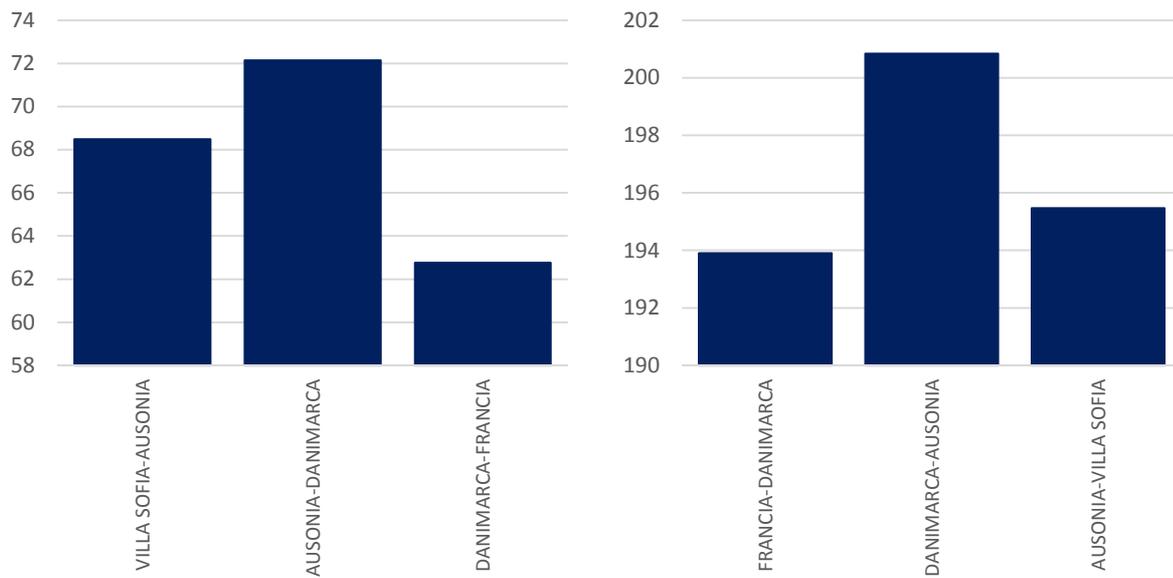


Figura 102 - Presenti, tram 8, Villa Sofia- Francia e Francia - Villa Sofia

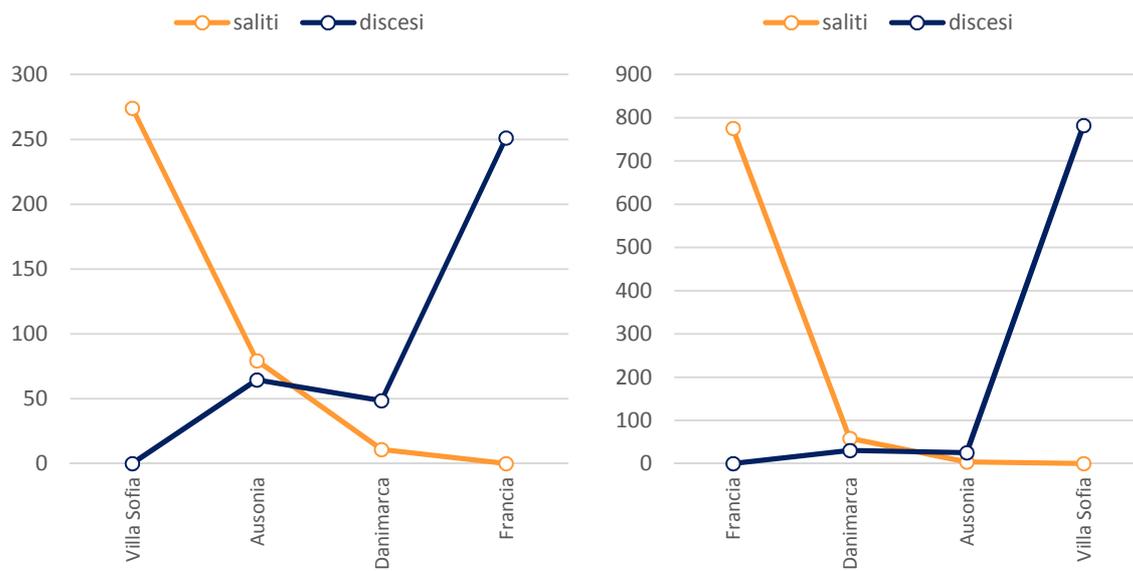


Figura 103 – Saliti/discesi, tram 8 Villa Sofia- Francia e Francia - Villa Sofia

TRAM 9A

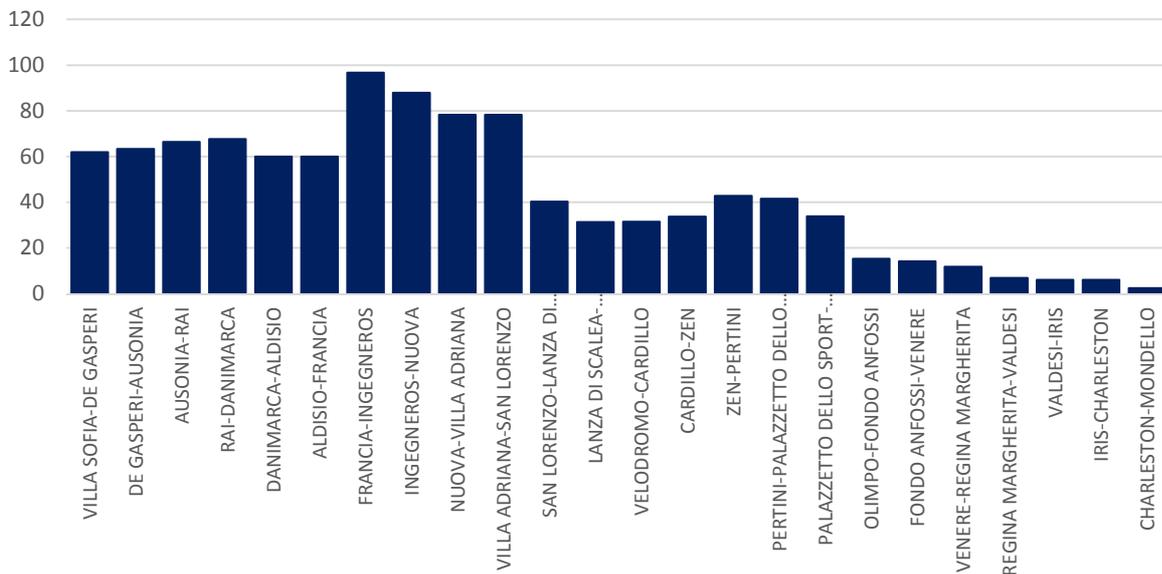


Figura 104 - Presenti, tram 9A, Villa Sofia - Mondello

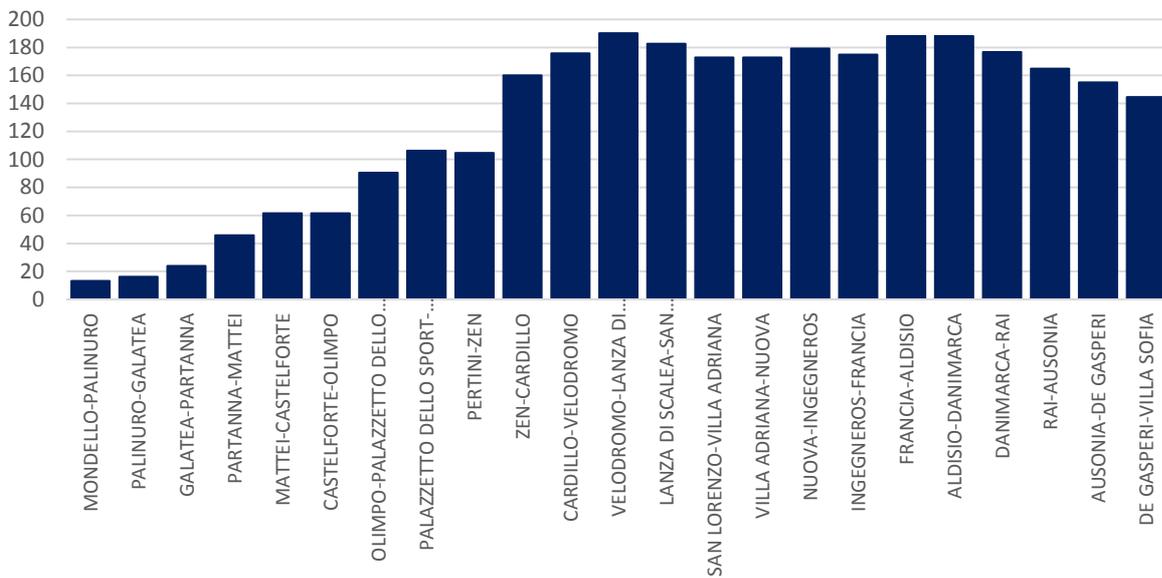


Figura 105 - Presenti, tram 9A, Mondello - Villa Sofia

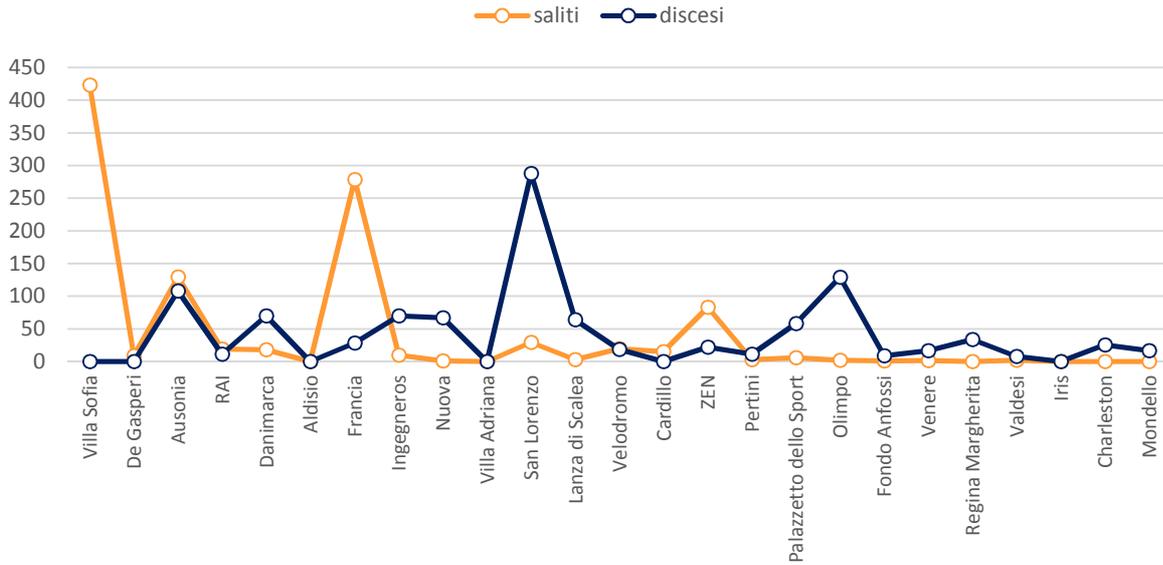


Figura 106 – Saliti/discesi, tram 9A, Villa Sofia - Mondello

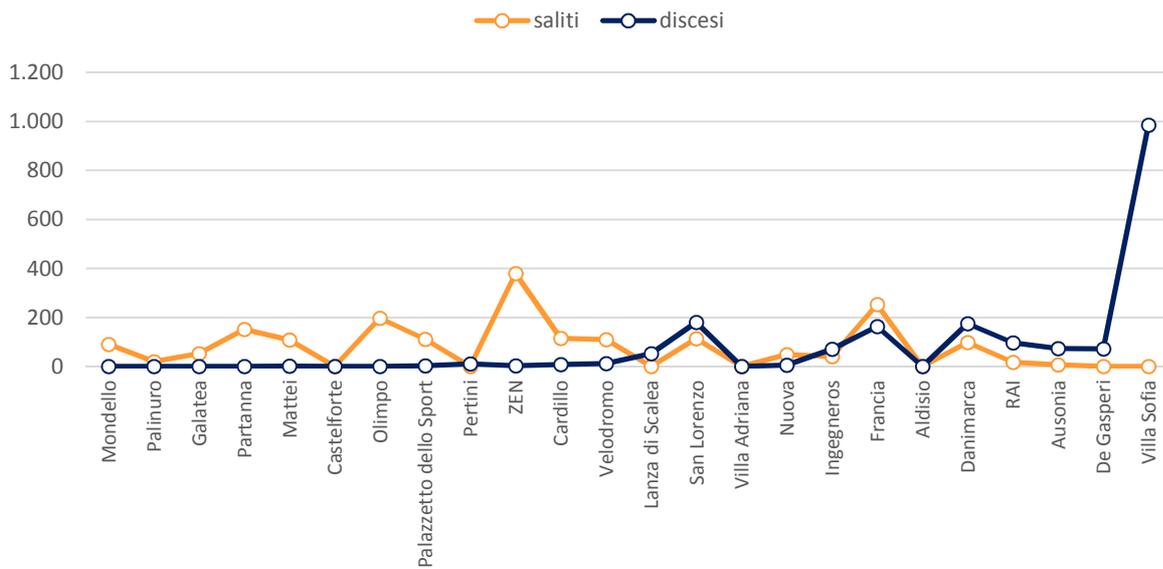


Figura 107 -Saliti - discesi, tram 9A, Mondello - Villa Sofia

TRAM 9B

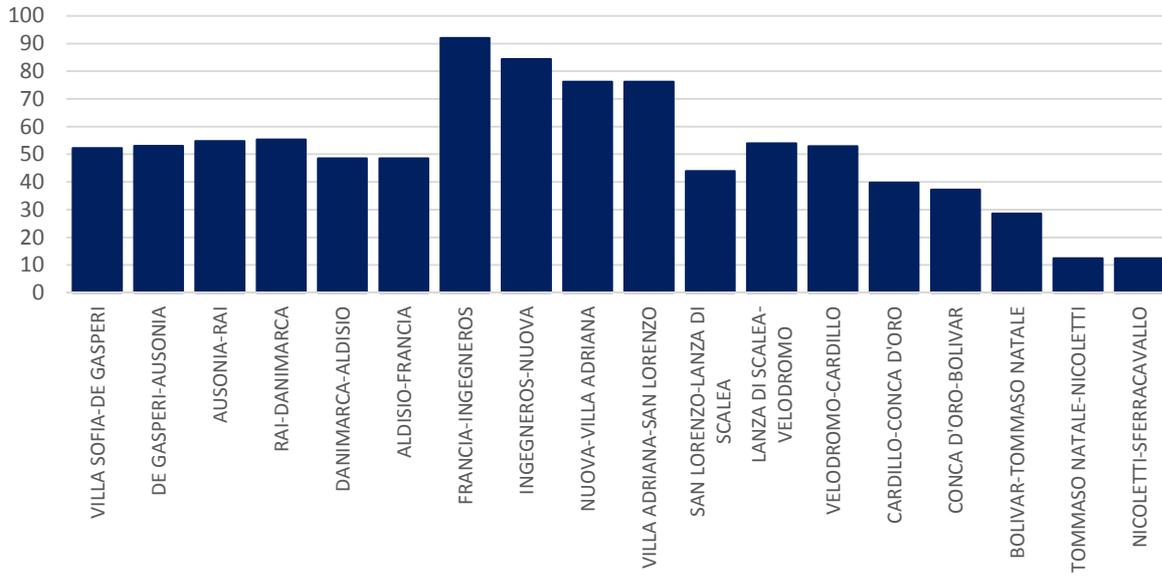


Figura 108 - Presenti, tram 9B, Villa Sofia - Sferracavallo

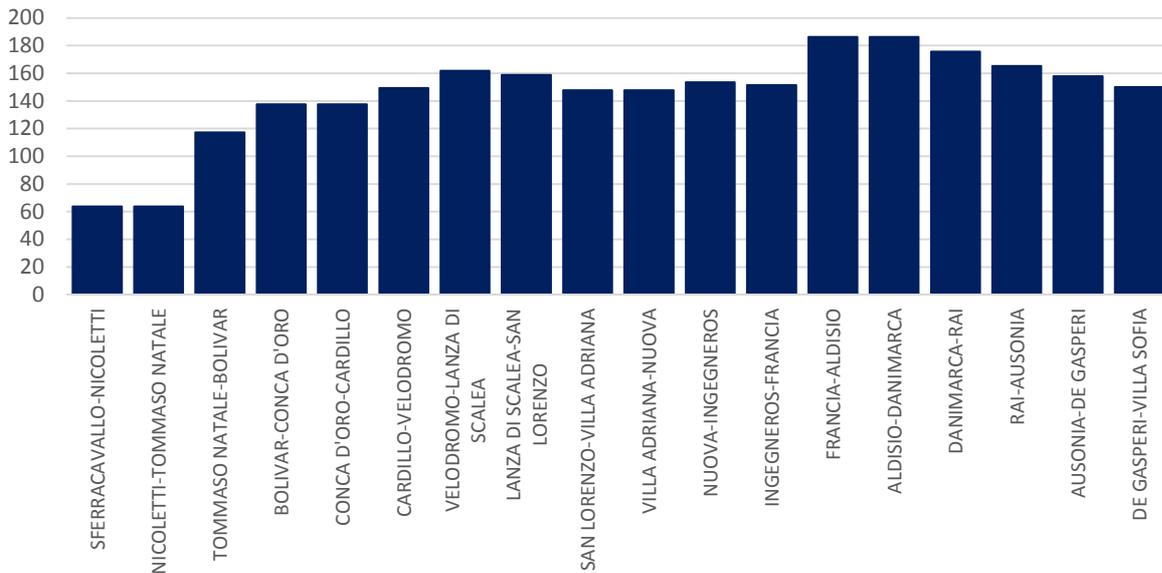
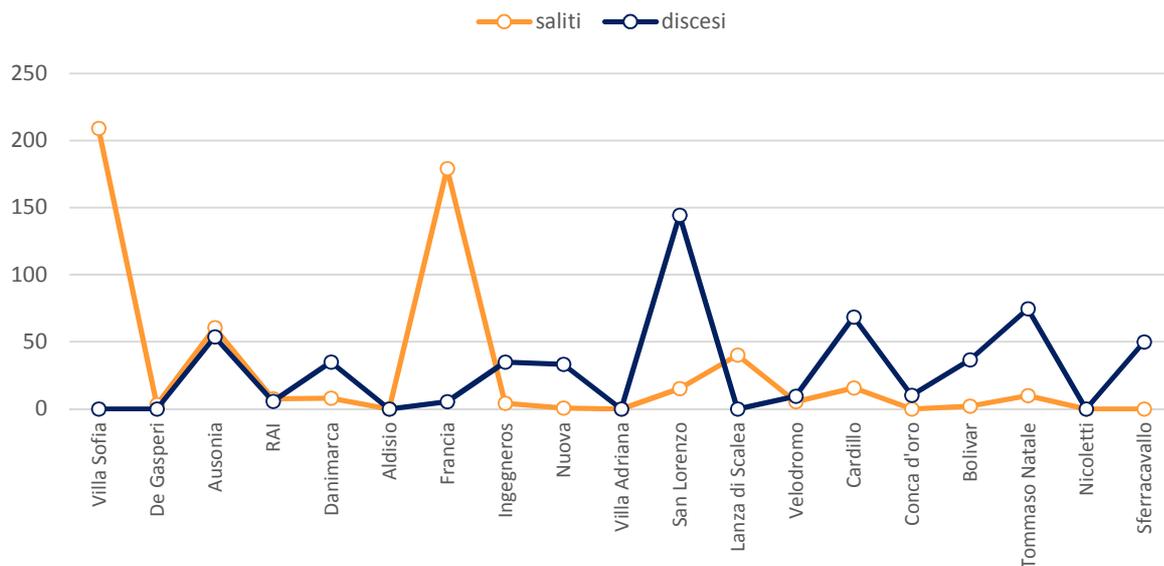
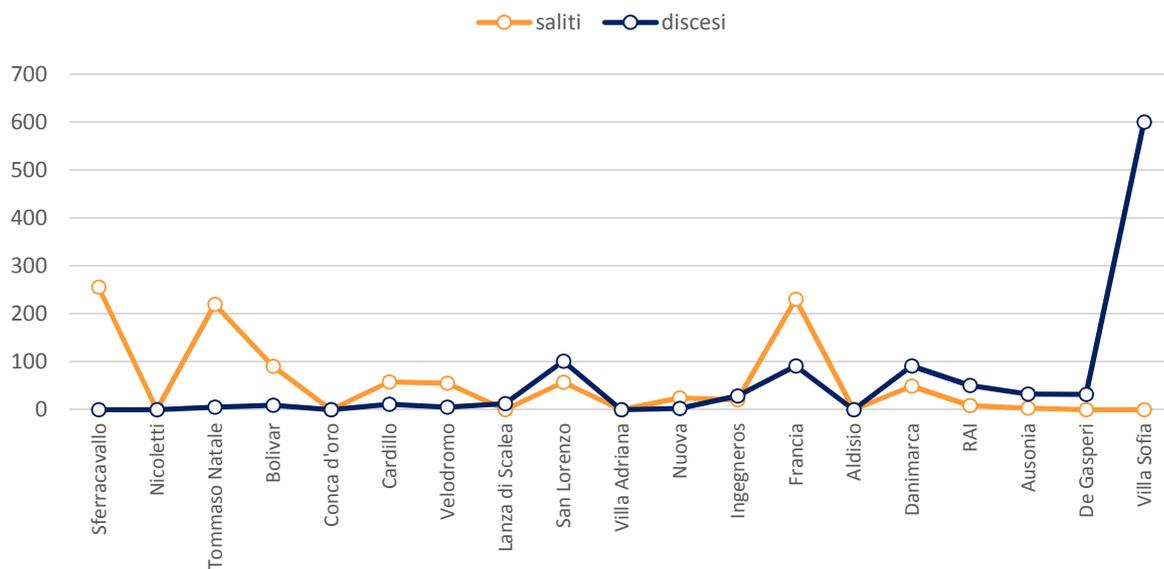


Figura 109 - Presenti, tram 9B, Sferracavallo - Villa Sofia



**Figura 110 – Saliti/discesi, tram 9B, Villa Sofia - Sferracavallo**



**Figura 111 Saliti/discesi, tram 9B, Sferracavallo - Villa Sofia**

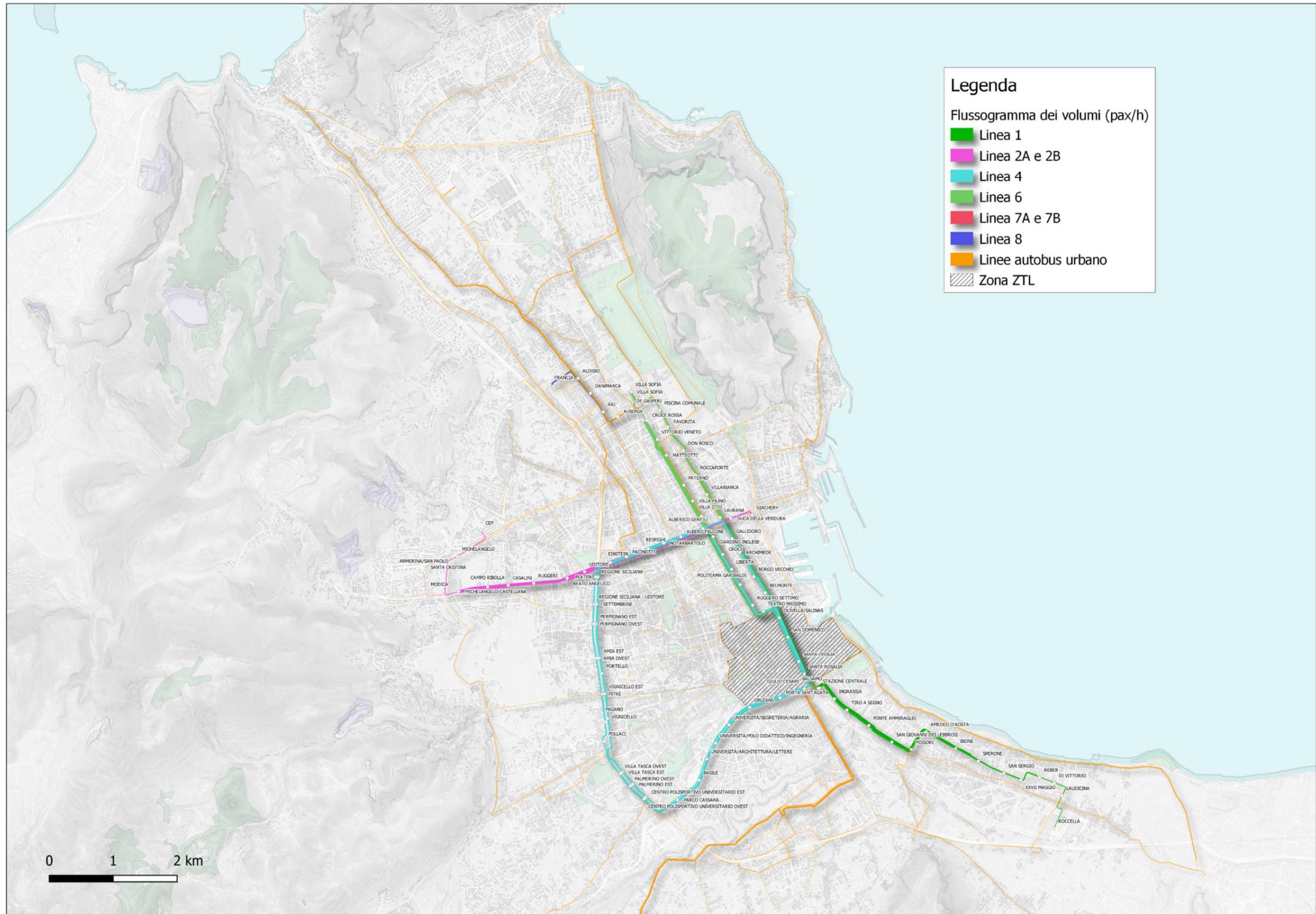


Per quanto riguarda lo scenario di progetto, si nota chiaramente come tutte le linee registrino valori dei presenti medi per mezzo per tratta superiori alla portata media di un mezzo su gomma, a conferma della scelta di realizzazione di una rete tranviaria. Per le linee oggetto di richiesta di finanziamento specifico, si nota quanto segue:

- la linea TRAM9 la mattina ha funzione di collegamento dalla periferia al centro, con punte di quasi 400 saliti nella fermata dello ZEN; l'altra fermata su cui sale un volume ingente di passeggeri è Francia, dove si attestano gli extraurbani provenienti da Nord-Nord Ovest. La maggioranza dei passeggeri scende al capolinea, dove interscambia con la linea TRAM6 verso il centro. Altro punto di discesa notevole è San Lorenzo, che attrae un buon volume di spostamenti sia da Mondello che da Sferracavallo;
- la linea TRSM7 offre un servizio di tipo capillare, con fermate attrattive e redistributive lungo tutto il suo percorso che attraggono circa 500 passeggeri l'una; chiaramente nella mattina la direzione prevalente è verso il centro e Giachery, in provenienza da Bonagia. Per quanto riguarda la linea TRAM7B il carico è notevole anche in direzione Basile tra le fermate Giulio Cesare e Università: questo risultato era atteso dal momento che la linea è stata concepita proprio per rinforzare il servizio su questa tratta, già servita dalla linea TRAM4.

Tra le linee esistenti è evidente il ruolo della linea TRAM6, uniformemente attrattiva in entrambe le direzioni di servizio nell'ora di punta mattutina.

Si riportano di seguito i flussogrammi aggregati delle linee tram e del TPL urbano su gomma.



**Legenda**

Flussogramma dei volumi (pax/h)

- Linea 1
- Linea 2A e 2B
- Linea 4
- Linea 6
- Linea 7A e 7B
- Linea 8
- Linee autobus urbano
- Zona ZTL

Figura 112 - Flussogramma dell'assegnazione pubblica, scenario di riferimento, flussi nell'ora di punta distinti per modalità di trasporto

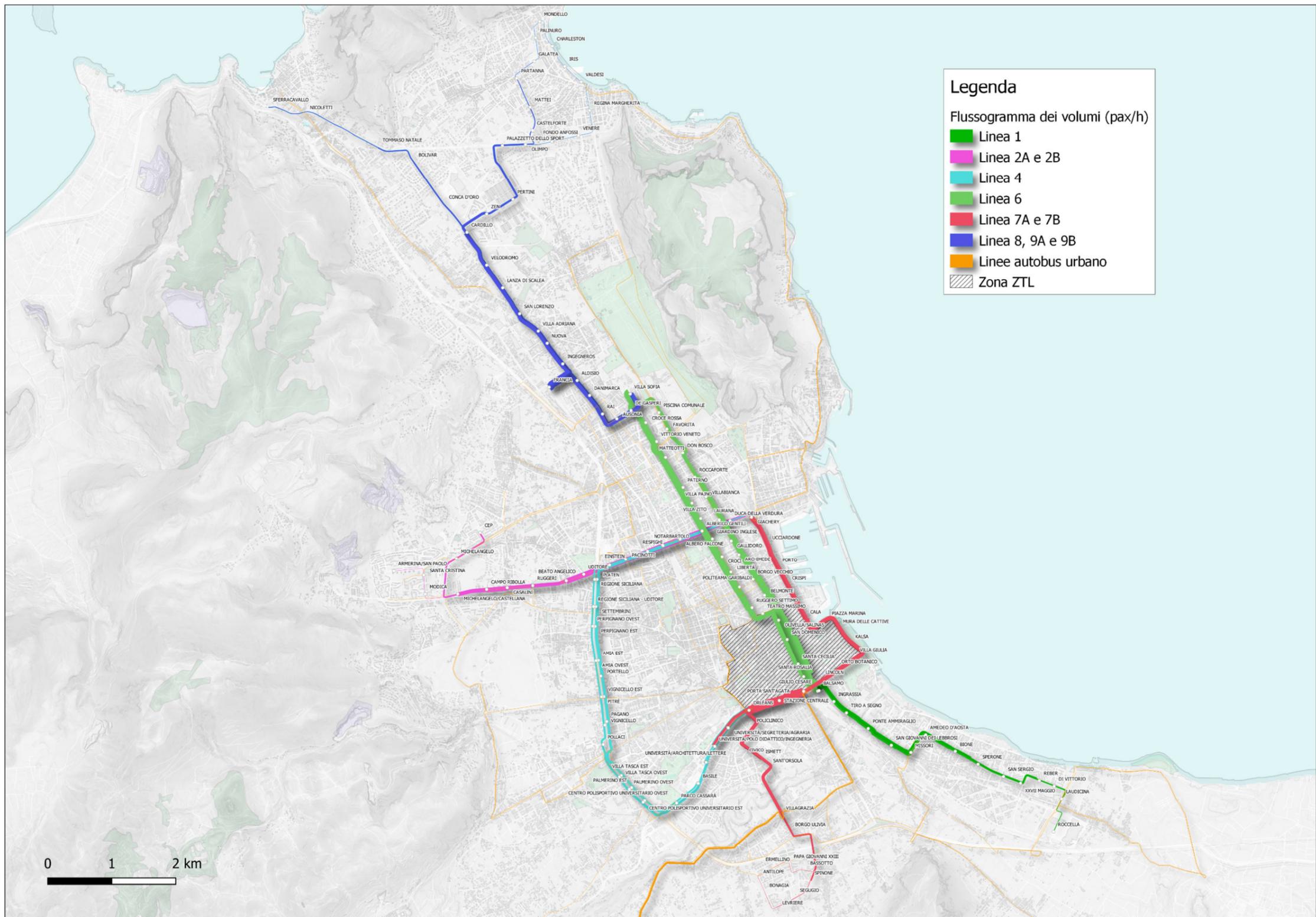
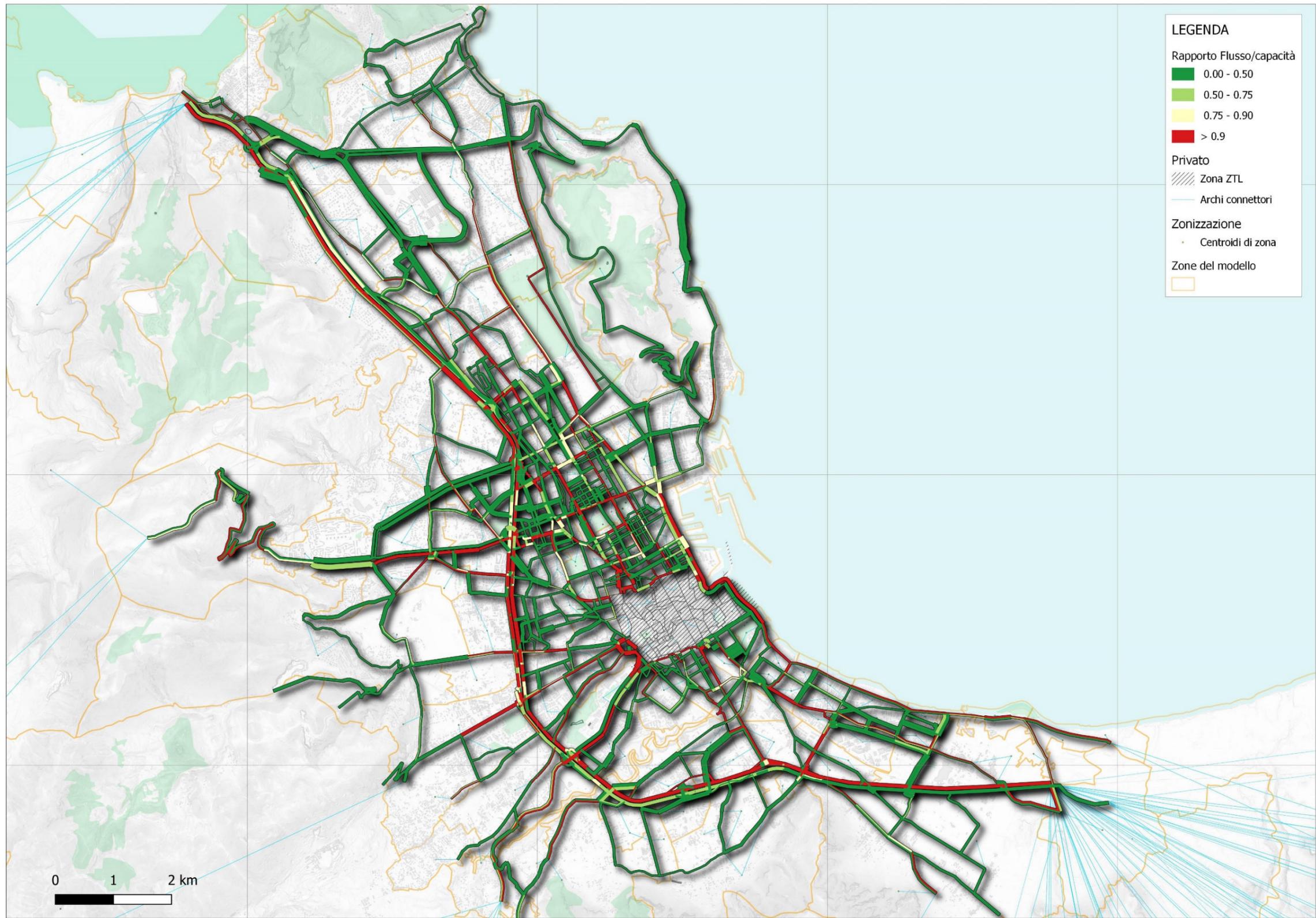


Figura 113 Flussogramma dell'assegnazione pubblica, scenario di progetto, flussi nell'ora di punta su linee tram e su linee bus urbano



Per quanto riguarda gli effetti sulla rete stradale, come si può notare dalle immagini successive, dallo scenario di riferimento allo scenario di progetto si ha un leggero miglioramento delle condizioni di saturazione lungo la arteria principale E90 ed in alcuni tratti della viabilità adiacente alla zona ZTL nel centro città. Dal punto di vista quantitativo, si passa infatti per alcuni tratti dal colore rosso indice di una viabilità congestionata ( $f/c > 90\%$ ) a colori variabili per un indice di saturazione compreso fra 50% e 90%. In generale la percentuale di rete congestionata scenda dal 21.4% dello scenario di riferimento al 18.0% dello scenario di progetto.







## 6 ANALISI COSTI - BENEFICI

Nei paragrafi successivi sono presentate le ipotesi di calcolo e i metodi di valutazione delle principali variabili dell'ACB, nel rispetto della Metodologia e dei vincoli presentati nell'Addendum all'Appendice. Per quanto riguarda i valori imposti dal MIT per omogeneizzazione delle richieste di finanziamento, si conferma l'uso dei valori indicati.

Il valore del tempo è costante negli scenari. Inoltre, per quanto riguarda la monetizzazione dei benefici di riduzione delle emissioni sonore ed atmosferiche, sono stati considerati i valori indicati dal MIT nell'Addendum, variabili nel tempo con il PIL pro-capite e moltiplicate per un parametro beta pari a 0,5 per tenere conto del progresso tecnologico legato all'evoluzione naturale del parco veicolare, come registrato nell'ultimo decennio.

Variabile/parametro/beneficio	Unità	2017	2026
Costo marginale dell'incidentalità (autobus)	Euro/veicolo*km	0.042	0.045
Costo marginale dell'incidentalità (auto)	Euro/veicolo*km	0.006	0.007
Costo marginale dell'incidentalità (moto)	Euro/veicolo*km	0.016	0.017
Costo marginale delle emissioni inquinanti (autobus)	Euro/veicolo*km	0.045	0.046
Costo marginale delle emissioni inquinanti (auto)	Euro/veicolo*km	0.006	0.006
Costo marginale delle emissioni inquinanti (moto)	Euro/veicolo*km	0.003	0.003
Costo marginale delle emissioni acustiche (autobus)	Euro/veicolo*km	0.047	0.048
Costo marginale delle emissioni acustiche (auto)	Euro/veicolo*km	0.009	0.010
Costo marginale delle emissioni acustiche (moto)	Euro/veicolo*km	0.019	0.019
Valore dell'anidride carbonica	Euro/tonnellata	36.709	47.022

*Tabella 49 - Costi marginali utilizzati per l'analisi ACB*

Anche per quanto riguarda i consumi e le emissioni sono stati utilizzati quelli indicati dal MIT nell'Addendum mantenuti costanti nel tempo.

Variabile/parametro/beneficio	Unità	Anno = 2017
Consumo medio rete metropolitana	kWh/veicoli*km	
Consumo medio rete tranviaria	kWh/veicoli*km	3.61
Consumo medio rete filoviaria	kWh/veicoli*km	
Consumo medio altro TPL su impianti fissi	kWh/veicoli*km	
Emissione CO2 media rete bus	Grammi/veicoli*km	1 147
Emissione CO2 media auto	Grammi/veicoli*km	265
Emissione CO2 media moto	Grammi/veicoli*km	96
Emissione CO2 media rete elettrica	Grammi/kWh	437

*Tabella 50 - Emissioni CO<sub>2</sub>*

Il Progetto in esame si sviluppa su un orizzonte temporale, in coerenza con quanto indicato per il settore tramviario, di 25 anni.

Gli anni di Progetto in cui sono svolte le attività di costruzione e gestione, considerati alla base dell'analisi, sono di seguito specificati:



- anno iniziale: 2017 (Y0)
- primo anno di costruzione: 2020
- ultimo anno di costruzione: 2025
- primo anno di esercizio: 2026
- ultimo anno di analisi: 2050.

## 6.1 COSTI DI INVESTIMENTO

I costi d'investimento sono rappresentati nel prospetto di ACB secondo lo stesso ammontare e la stessa distribuzione temporale rappresentata nella Tabella 3.3 "Costi d'Investimento". Gli investimenti sono rappresentati con dettaglio della spesa prevista per ogni anno di costruzione, rispetto alla tipologia di intervento. Tali costi sono esplicitati per Componente di Progetto e sviluppati a valori costanti rispetto all'anno base.

Tipologia di investimento	Totale
Costi generali	65 600 489.0
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	231 294 725.0
Costi impianti elettro-ferroviari	14 450 000.0
Veicoli	117 750 000.0
Costi sicurezza	5 200 000.0
Somme a disposizione	-
Imprevisti	18 484 736.0
IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	51 633 558.0
<b>Totale</b>	<b>504 413 508.00</b>

*Tabella 51 - Costi di investimento, sintesi della tabella 3.3*

In base alla tipologia del Progetto ed al grado di rischio, seppur stimati i costi per possibili imprevisti, i costi relativi all'IVA ed alla sicurezza, tali valori non sono considerati ai fini dell'ACB. Il costo base per l'ACB è quindi pari a **429.095 milioni di euro**.

## 6.2 VITA UTILE

La vita utile del progetto è riportata nella Tabella 3.4 di cui si riporta un estratto nella tabella di seguito.

Componente progetto	Pesi	Vita fisica (anni)	Media ponderata (anni)
Gallerie di linea e stazioni	0%	75	0
Pozzi e manufatti di inter-tratta	0%	75	0
Ponti e viadotti	11%	75	8.178935747
Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	17%	50	8.375510126



Piattaforma sede ferroviaria o stradale	9%	35	3.052752966
Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	17%	25	4.30045099
Sovrastruttura stradale dedicata	0%	20	0
Stazioni/fermate tram o filobus	2%	20	0.355631021
Stazioni metro aperte	0%	50	0
Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	0%	50	0
Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	0%	50	0
Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	0%	50	0
Sistemazioni urbanistiche e opere complementari	7%	10	0.715168563
Impianti di ventilazione di linea e di stazione	0%	15	0
Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	0%	10	0
Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	1%	10	0.082532147
Impianti di traslazione	0%	10	0
Altri impianti civili	0%	10	0
Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	0%	15	0.044317287
Sistema di alimentazione e sezionamento	3%	15	0.389964394
Linea di contatto	0%	15	0
Sistema di automazione (SCADA)	0%	15	0.020633037
Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	1%	15	0.18569733
Deposito	0%	15	0
Altro	0%	15	0
Materiale rotabile (filobus)	0%	15	0
Materiale rotabile (tram/metro/altro TPL)	32%	30	9.718160284
Vita utile del progetto	100%		35.41975389

Tabella 52 - Vita utile

### 6.3 VALORE RESIDUO E RINNOVI

Il valore residuo deriva dalla somma del costo d'investimento iniziale, del costo dei rinnovi oltre che di eventuali altri investimenti in corso d'esercizio, in funzione della vita economica di ciascuna componente di Progetto.

I rinnovi sono effettuati per ciascuna Componente di Progetto nell'ultimo anno previsto per il correlato ammortamento, in coincidenza con l'azzeramento del valore economico e conseguente ripristino dell'importo su cui calcolare l'ammortamento conformemente ai criteri considerati per i costi di investimento iniziali. La quantificazione della quota annua e del conseguente periodo complessivo di ammortamento deriva dall'inverso della vita fisica indicata dal MIT.

Il **valore residuo** imputato come beneficio nel 2050, ultimo anno di analisi, è pari a **172,602 milioni di Euro**.



#### 6.4 COSTI DI ESERCIZIO E DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

I costi di esercizio e di manutenzione straordinaria sono rappresentati nel prospetto di ACB come risultante del prodotto della variazione attesa delle percorrenze chilometriche di ciascun modo e Rete TPL.

Il costo chilometrico per la rete TPL, ai fini della presente analisi, è quello effettivo al netto dei costi generali e amministrativi, del costo del capitale netto investito e dei trasferimenti puri (ad es. imposte e contributi) comprensivi di quelli imputati al costo del lavoro.

Poiché le linee di TPL su ferro esistenti alla data della elaborazione della presente analisi non sono riconducibili al modello di esercizio del nuovo intervento in esame, ai fini della stima del costo effettivo quale parametro della ACB, si ritengono non utilizzabili i costi storici e di esercizio rilevati. Infatti, le linee esistenti, peraltro di recente realizzazione, non sono state progettate e sviluppate all'interno del sistema tramvia di Palermo e non ne condividono le caratteristiche tecniche e funzionali.

Il costo chilometrico di base è indicato di seguito per ciascuna modalità:

- Il costo chilometrico per la rete autobus è calcolato attraverso la stima del costo standard coerentemente con quanto indicato nel DM157/2018, art.6, sulla base dei risultati dell'analisi trasportistica, dei dati forniti dal Comune di Palermo e desunti dai bilanci di esercizio di AMAT. Dal costo standard stimato, pari a 4,55 per Euro/v\*km, sono dedotti gli oneri sociali (in ragione di un'incidenza media nel periodo 2014-2017 del 16,2% sulle rilevanti voci di costo) ottenendo un valore di costo effettivo, ai fini della ACB, pari 3,81 Euro/v\*km.

La tabella seguente rappresenta il costo storico desunto dai Bilanci AMAT nel periodo 2013-2017 unitamente al costo standard ed al costo effettivo calcolati come descritto in precedenza:

Indicatore	Unità	Stato di fatto					Scenario di progetto
		2013	2014	2015	2016	2017	2026
<b>Modalità AUTOBUS - Costo chilometrico standard</b>	<b>€/veicolo*km</b>					<b>4.73</b>	<b>4.55</b>

Costo dell'area esercizio	€/veicolo*km	4.32	3.78	3.57	3.89	3.79	2.99
di cui costo del personale di guida	€/veicolo*km	2.54	2.10	1.96	2.17	2.12	1.49
di cui costo di altro personale di movimento	€/veicolo*km	0.64	0.52	0.49	0.54	0.53	0.37
di cui costo di energia di trazione	€/veicolo*km	0.74	0.73	0.68	0.67	0.66	0.66
di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)	€/veicolo*km	0.29	0.30	0.3	0.37	0.36	0.36
di cui costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili	€/veicolo*km	0.10	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12



Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dell'infrastruttura	€/veicolo*km	-	-	-	-	-	-
Costo per l'energia delle stazioni	€/veicolo*km	-	-	-	-	-	-
Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria	€/veicolo*km	-	-	-	-	-	-
Costi generali e amministrativi	€/veicolo*km	0.16	0.53	0.50	0.55	0.54	0.54
Costo del capitale investito netto	€/veicolo*km	0.13	0.42	0.40	0.43	0.42	0.42
<b>Costo chilometrico effettivo</b>	<b>€/veicolo*km</b>					<b>3.96</b>	<b>3.81</b>

Tabella 53 - Costi di esercizio per la rete TPL urbana su gomma, tab. 3.6 ACB

Il costo chilometrico standard per la rete Tram è calcolato coerentemente con quanto indicato nel DM157/2018 allegato 3 e seguenti e sulla base dei dati forniti dal Comune di Palermo e desunti dai bilanci annuali di AMAT. Il costo standard stimato quale risultato dell'applicazione dell'algoritmo previsto rispetto ai valori emersi nell'analisi trasportistica differenziale è pari a 8,72 Euro/v\*km, valore che comprende la manutenzione straordinaria come da metodologia indicata.

Dal costo standard deriva il costo effettivo ottenuto deducendo le componenti di costo relative a costi generali, capitale investito e dei trasferimenti puri. Il costo effettivo applicato nell'ACB risulta quindi pari a 6,31 Euro/v\*km. La tabella seguente, relativa alla modalità Tram oggetto di intervento, rappresenta lo "scenario di Progetto":

Indicatore	Unità	Stato di fatto	Scenario di progetto
		2017	2026
<b>Modalità TRAM - Costo chilometrico standard</b>	<b>€/veicolo*km</b>	<b>9.95</b>	<b>8.72</b>

Costo dell'area esercizio	€/veicolo*km	5.13	
di cui costo del personale di guida	€/veicolo*km	2.9	
di cui costo di altro personale di movimento	€/veicolo*km	0.73	
di cui costo di energia di trazione	€/veicolo*km	0.67	
di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)	€/veicolo*km	0.64	
di cui costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili	€/veicolo*km	0.19	
Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dell'infrastruttura	€/veicolo*km	0.22	
Costo per l'energia delle stazioni	€/veicolo*km	0.26	
Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relativa manutenzione straordinaria	€/veicolo*km	0.94	
Costi generali e amministrativi	€/veicolo*km	0.68	
Costo del capitale investito netto	€/veicolo*km	0.55	
<b>Costo chilometrico effettivo</b>	<b>€/veicolo*km</b>	<b>7.470</b>	<b>6.31</b>

Tabella 54 - Costi di esercizio per la rete tram, tab.3.6 ACB



Il costo chilometrico per la rete stradale è indicato nella tabella riportata nell'Addendum all'Avviso di presentazione istanze del MIT.

## 6.5 COMPONENTI DELL'ANALISI COSTI - BENEFICI

### 6.5.1 Domanda

La previsione della domanda sulle linee tranviarie oggetto di istanza di finanziamento deriva direttamente dal modello di trasporto descritto nei paragrafi precedenti. Si prevede che la domanda di progetto ("somma dei passeggeri saliti e discesi nelle nuove fermate/stazioni della nuova linea o dell'estensione di una linea esistente" paragrafo 3.1.4 dell'Addendum) sarà pari a **26 646 560 pax/anno**. Di questi circa 16 172 335 pax/anno utilizzavano il mezzo pubblico già nello scenario di riferimento (domanda tendenziale) mentre 10 474 225 pax/anno utilizzavano in precedenza un altro modo di trasporto (domanda in diversione).



linea	attuale		riferimento		progetto		Diff. Anno riferimento-progetto
	punta	anno	punta	anno	punta	anno	
T1	1 882	3 292 705	2 020	4 201 600	2 565	5 335 200	1 133 600
T2	859	1 503 334	1 863	3 875 040	1 607	3 342 560	-532 480
T2B	859	1 503 334	2 133	4 436 640	2 951	6 138 080	1 701 440
T4	851	1 489 162	6 564	13 653 120	6 033	12 548 640	-1 104 480
T6			6 505	15 221 700	10 347	24 211 980	8 990 280
T7A					4 219	8 775 520	8 775 520
T7B					3 638	7 567 040	7 567 040
T8			799	1 789 760	1 202	480 800	-1 308 960
T9A					2 969	6 650 560	6 650 560
T9B					1 631	3 653 440	3 653 440
<b>TOTALE</b>	<b>4 451</b>	<b>7 788 470</b>	<b>19 884</b>	<b>43 177 860</b>	<b>37 162</b>	<b>78 703 820</b>	<b>+ 35 525 960</b>

Tabella 55 - Saliti nell'ora di punta e all'anno negli scenari di simulazione

Come si può notare dalla tabella sopra, nello scenario di progetto si ha un importante incremento dei saliti rispetto a quello di riferimento. In parte la variazione è imputabile alle rotture di carico fra le varie linee, per cui i saliti su una linea già esistente nello scenario di riferimento che nello scenario di progetto utilizzano anche una delle nuove linee vengono computati sia come saliti della linea di riferimento che di quella di progetto. Questo è ben evidente che quando si confronta il dato della differenza fra scenario di progetto e scenario di riferimento con la domanda che utilizza le nuove linee di progetto ma che già nello scenario di riferimento utilizzava un mezzo pubblico pari a 16 172 335 pax/anno. In parte però l'incremento è reale e connesso alla diversione modale dovuta alla maggiore attrattività del mezzo che garantisce maggiore regolarità rispetto all'urbano su gomma. Nella valutazione della domanda nello scenario di progetto, seguendo un'impostazione di tipo cautelativo, **non è stata considerata la componente della domanda indotta**, vale a dire coloro che prima della realizzazione dell'infrastruttura non effettuavano quel tipo di spostamento con alcun modo di trasporto ed iniziano invece con la realizzazione dell'opera. Questa scelta è motivata dalla scarsa affidabilità nella quantificazione di questo tipo di domanda e in secondo luogo perché la componente "domanda indotta" è poco attribuibile alla tipologia di infrastruttura di progetto. La domanda osservata e prevista sulla rete stradale considerata è quella che si sposta fra le coppie OD che utilizzano le linee tranviarie oggetto di studio, ed è pari 71 973 602pax/anno. Per quanto riguarda la ripartizione delle componenti di domanda, la componente non sistematica è stata valutata confrontando la matrice totale ottenuta a seguito dell'applicazione del sistema dei modelli espansa al giorno secondo gli opportuni coefficienti con il totale ottenuto raddoppiando la matrice ISTAT per l'area di studio, nell'ipotesi che i movimenti definiti nelle 4 fasce orarie di uscita

siano i soli movimenti di andata e presuppongano nell'arco della giornata anche il rientro all'origine. La differenza fra matrice da modello espansa al giorno e ISTAT così processata è assunta come la componente non sistematica occasionale per altri motivi; di questi, in assenza di dati specifici, si è assunto che solo una quota minima del 2% sia attribuibile alla componente occasionale per affari: dato che questa componente di domanda è quella a cui corrisponde un valore economico del tempo maggiore, la scelta è da intendersi come cautelativa.

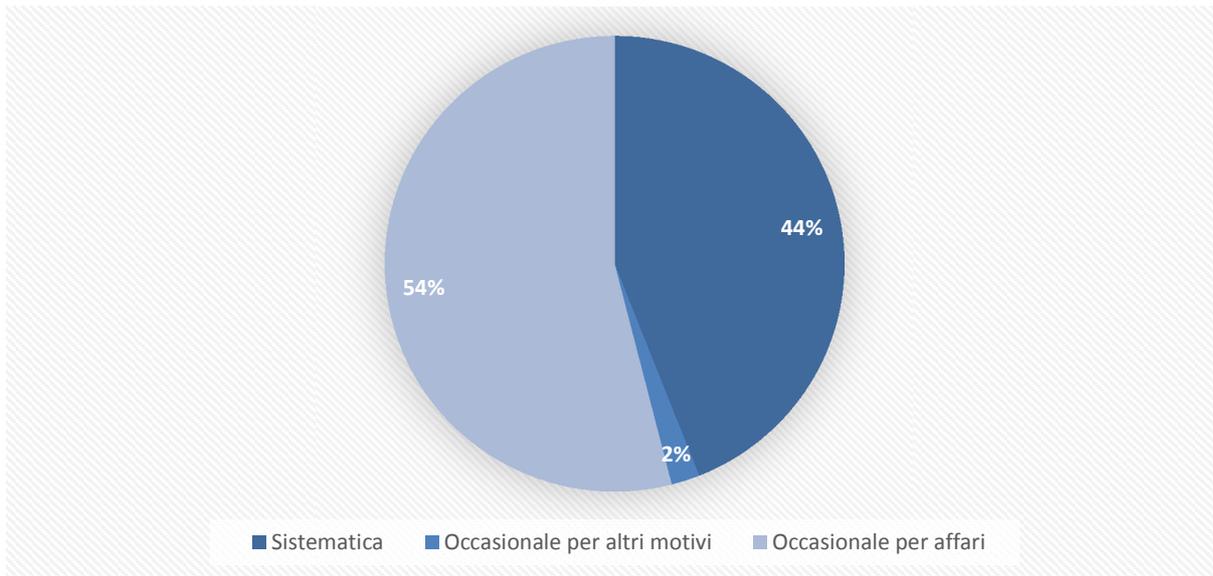


Figura 116 - Ripartizione della domanda

La ripartizione adottata è in generale molto cautelativa per la stima del valore del tempo se confrontata con le dinamiche degli spostamenti per motivazione descritto nel Rapporto sulla mobilità in Italia del Novembre 2019, realizzato da ISFORT.

	2001	2008	2018
• Lavoro	34,5	30,8	29,0
• Studio	5,5	5,1	3,9
<b>Totale lavoro e studio (a)</b>	<b>40,0</b>	<b>36,9</b>	<b>32,9</b>
• Gestione familiare dedicata ai servizi	19,5	19,5	22,0
• Gestione familiare dedicata alle persone	9,2	11,9	11,0
<b>Totale gestione familiare (b)</b>	<b>28,7</b>	<b>31,4</b>	<b>33,0</b>
<b>Tempo libero (c)</b>	<b>31,2</b>	<b>32,7</b>	<b>34,2</b>
<b>Totale (a+b+c)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Figura 117 - - Dinamica degli spostamenti per motivazione dal 2008 al 2018 - dati medi nazionali. Fonte 16° rapporto della mobilità in Italia del Novembre 2019, realizzato da ISFORT con l'apporto scientifico di ASSTra e di ANAV

### 6.5.2 Risparmi di tempo

La valutazione dei risparmi di tempo viene effettuata attraverso i risultati del modello di trasporto. Gli algoritmi implementati per le assegnazioni, sia quella privata che quella pubblica, permettono di estrarre per ogni coppia OD, degli indicatori medi di tempo, costo, lunghezza del percorso e nel caso del pubblico tipologia di mezzo (tram,bus, etc) utilizzato. La valutazione viene condotta in maniera distinta per domanda tendenziale e per domanda in diversione.



Per la domanda tendenziale, che utilizzava il modo pubblico anche nello scenario di riferimento, il calcolo del risparmio di tempo viene eseguito selezionando le coppie OD che nello scenario di progetto utilizzano le nuove linee tranviarie e per queste viene estratto dagli output di assegnazione pubblica il tempo medio pesato sulla domanda di ciascuna di esse. Le stesse coppie vengono selezionate nello scenario di riferimento e per queste si calcola da indicatori dell'assegnazione pubblica dello stesso scenario di riferimento il tempo medio sempre pesato sulla domanda dello scenario impiegato per compiere lo stesso spostamento. Nel passaggio da scenario di riferimento a scenario di progetto la domanda tendenziale risparmia mediamente **2.4 minuti**.

$$\text{Risparmio tempo tendenziale} = \frac{\sum_{ij=1}^n t_{ijSR} \cdot d_{ijSR}}{\sum_{ij=1}^n d_{ijSR}} - \frac{\sum_{ij=1}^n t_{ijSP} \cdot d_{ijSP}}{\sum_{ij=1}^n d_{ijSP}}$$

Con

$t_{ijSR}$  tempo pubblico sulla coppia OD ij nello scenario di riferimento

$d_{ijSR}$  domanda pubblica sulla coppia OD ij nello scenario di riferimento

$t_{ijSP}$  tempo pubblico sulla coppia OD ij nello scenario di progetto

$d_{ijSP}$  domanda pubblica sulla coppia OD ij nello scenario di progetto

Per la domanda in diversione modale il confronto viene fatto invece fra i tempi medi pesati del pubblico di progetto e i tempi medi pesati sulla domanda dell'assegnazione privata sempre sulle coppie OD che utilizzano le nuove linee tram.

I risparmi di tempo sono uno dei principali risultati che concorrono alla stima dei benefici. Le analisi mostrano chiaramente l'impatto positivo della realizzazione del Tram in termini di tempo di viaggio risparmiato per gli utenti del trasporto pubblico. Per quanto riguarda la domanda in diversione, il risultato in termini di tempo risparmiato è minimo; l'utenza in diversione registra comunque un beneficio che non è quantificabile all'interno dell'ACB in termini di tempo ma che corrisponde al costo del parcheggio risparmiato a fronte di una tariffa del biglietto del trasporto pubblico più vantaggiosa. Sulla rete stradale il beneficio in termini di tempo è dovuto soprattutto alla riduzione della matrice privata media lungo le direttrici interessate dalle nuove tranviarie. Il risparmio di tempo per coerenza alla domanda stimata e prevista è stato valutato per gli utenti privati che si muovono fra le OD che utilizzano le nuove linee tranviarie.



Variabile/parametro/beneficio	Unità	2026
Variazione tempo domanda tendenziale	Minuti/passeggero	-2.40
Variazione tempo domanda in diversione modale	Minuti/passeggero	-0.12
Variazione media tempo domanda totale sulla linea in progetto	Minuti/passeggero	-1.50
Variazione media tempo domanda sulla rete stradale	Minuti/passeggero	-1.67
Risparmi di tempo per la domanda tendenziale	Euro	5 986 939.03
Risparmi di tempo per la domanda in diversione modale	Euro	193 737.56
Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Euro	6 180 676.59
Riduzione della congestione sulla rete stradale	Euro	18 526 798.02

*Tabella 56 - Risparmio sulla riduzione tempi di viaggio e variazione dei costi di esercizio legati al valore del tempo*

### 6.5.3 Variazione delle percorrenze e dei costi di esercizio

I costi di esercizio variano con la variazione della domanda nelle diverse componenti modali e dipendono dai costi operativi medi per ciascun mezzo di trasporto.

Mentre la variazione delle percorrenze di bus e tram è calcolata sulla base delle lunghezze delle linee in ciascun scenario e delle caratteristiche dell'esercizio (numero di corse annue), le percorrenze del modo auto e di quello moto vengono calcolate sulla base degli output di assegnazione, mettendo a confronto veic\*km dell'assegnazione dello scenario di progetto con quelli dello scenario di riferimento espansi all'anno con gli opportuni coefficienti di espansione. La variazione delle percorrenze è valutata per la selezione delle coppie OD legate all'utilizzo delle sole linee tranviarie di progetto. I passeggeri sono stimati ipotizzando un coefficiente di riempimento pari a 1.4; questo valore deriva dal 16° Rapporto sulla mobilità degli italiani, di novembre 2019.

#### **Coefficiente medio di riempimento dell'auto (numero passeggeri per veicolo)**

	2001	2008	2017	2018
<b>Nord-Ovest</b>	<b>1,13</b>	<b>1,34</b>	<b>1,40</b>	<b>1,37</b>
<b>Nord-Est</b>	<b>1,11</b>	<b>1,33</b>	<b>1,38</b>	<b>1,32</b>
<b>Centro</b>	<b>1,14</b>	<b>1,36</b>	<b>1,40</b>	<b>1,34</b>
<b>Sud e Isole</b>	<b>1,17</b>	<b>1,44</b>	<b>1,44</b>	<b>1,40</b>
<b>Totale</b>	<b>1,14</b>	<b>1,38</b>	<b>1,41</b>	<b>1,36</b>

*Figura 118 - Fonte 16° Rapporto sulla mobilità degli italiani, novembre 2019,ISFORT*

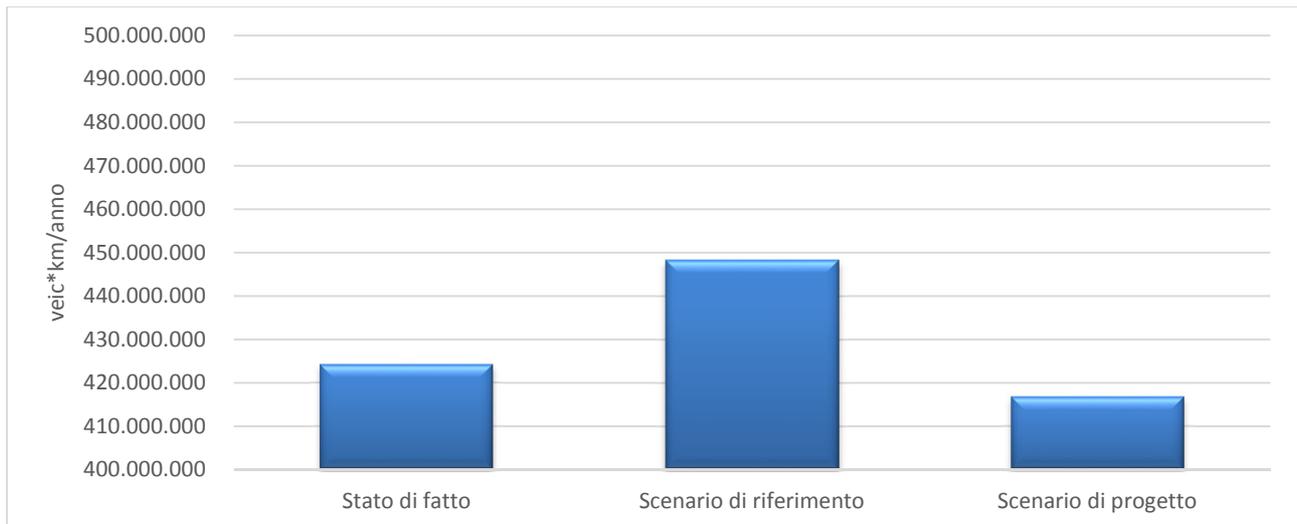


Figura 119 - Variazione delle percorrenze annue per il modo auto per la rete privata simulata

Modalità di trasporto	€/km	Riferimento 2026		Progetto 2026	
		Km-anno	Costi	Km-anno	Costi
Bus	3.81	6 639 459	25 296 338	4 334 247	16 513 483
Tram	6.31	1 628 311	10 274 643	3 344 669	21 104 861
<b>Totale</b>			<b>35 570 981</b>		<b>37 618 343</b>

Tabella 57 - Costi di esercizio nello scenario di riferimento ed in quello di progetto

Variabile/parametro/beneficio	Unità	2026
Variazione percorrenze rete tranviaria	Veicoli*km/anno	1 716 358
Variazione percorrenze rete bus	Veicoli*km/anno	-2 305 211
Variazione percorrenze auto	Veicoli*km/anno	-31 622 461
Variazione percorrenze moto	Veicoli*km/anno	-13 048 589
Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Euro	10 830 218
Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Euro	-8 782 855
Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (auto)	Euro	-9 044 024
Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale (moto)	Euro	-1 383 150

Tabella 58 - Variazione delle percorrenze e relativa variazione dei costi di esercizio

Si nota come l'effetto della realizzazione della linea comporti una diminuzione significativa di veicoli\*km/anno, dovuto sia alla ristrutturazione della rete TPL che all'aumento di capacità per singolo mezzo.



#### 6.5.4 Risultati

**Il risultato complessivo dell'Analisi Costi Benefici è positivo, come mostrano sia il rapporto Benefici/Costi pari a 1,56 che il TIR pari al 5.51%.** Nel capitolo 6 la tabella completa dell'ACB.

#### 6.6 ANALISI DI SENSITIVITÀ

Come richiesto dal DM 300/2017, in particolare dall'Allegato A, sono state svolte delle Analisi di Sensitività per testare la stabilità del risultato al variare di alcune variabili dell'ACB desunte dai risultati o utilizzate nell'applicazione del modello di trasporto, in particolare:

- Tempo risparmiato sulla rete di trasporto pubblico;
- Tempo risparmiato sulla rete di trasporto privato;
- Percorrenze chilometriche (Tram);
- Percorrenze chilometriche (Bus);
- Percorrenze chilometriche (Auto);
- Costo di esercizio della rete tranviaria;
- Costo di investimento base del progetto.

L'obiettivo di tale analisi è l'identificazione analitica delle variabili critiche del progetto e la verifica della robustezza delle analisi economiche. Si ipotizza una variazione percentuale del parametro del +/-10%, +/-20% e +/-25% e si restituisce il risultato della ACB tramite gli indicatori del VAN, del rapporto B/C e del TIR.

Per quanto riguarda il tempo risparmiato si fa riferimento solo a quello della domanda tendenziale in quanto la variazione del tempo risparmiato per la domanda in diversione modale non restituisce significativi scostamenti.

Tempo risparmiato pubblico	variazione tempo domanda tendenziale (minuti/passeggero)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	-3.00	153,734,366.96	1.65	5.87%
120%	-2.88	149,619,513.96	1.63	5.80%
110%	-2.64	141,389,807.94	1.59	5.66%
100%	-2.40	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	-2.16	124,930,395.92	1.52	5.37%
80%	-1.92	116,700,689.91	1.49	5.22%
75%	-1.80	112,585,836.90	1.47	5.15%

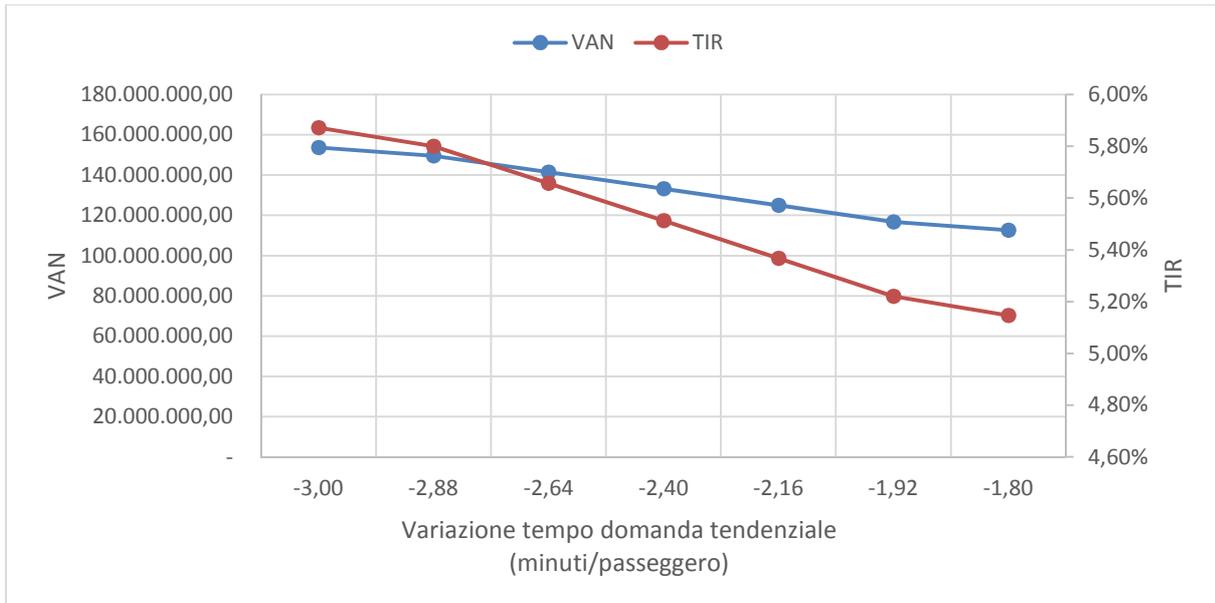


Figura 120 - Variazione tempo domanda tendenziale

Per la variazione del tempo sulla rete privata tramite il tempo risparmiato per la modalità auto si riscontrano le seguenti variazioni.

Tempo risparmiato privato	variazione media tempo domanda sulla rete stradale (minuti/passeggero)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	-2.09	196,827,904.58	1.83	6.60%
120%	-2.00	184,094,344.05	1.77	6.39%
110%	-1.84	158,627,222.99	1.67	5.96%
100%	-1.67	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	-1.50	107,692,980.87	1.45	5.06%
80%	-1.34	82,225,859.81	1.35	4.59%
75%	-1.25	69,492,299.28	1.29	4.36%

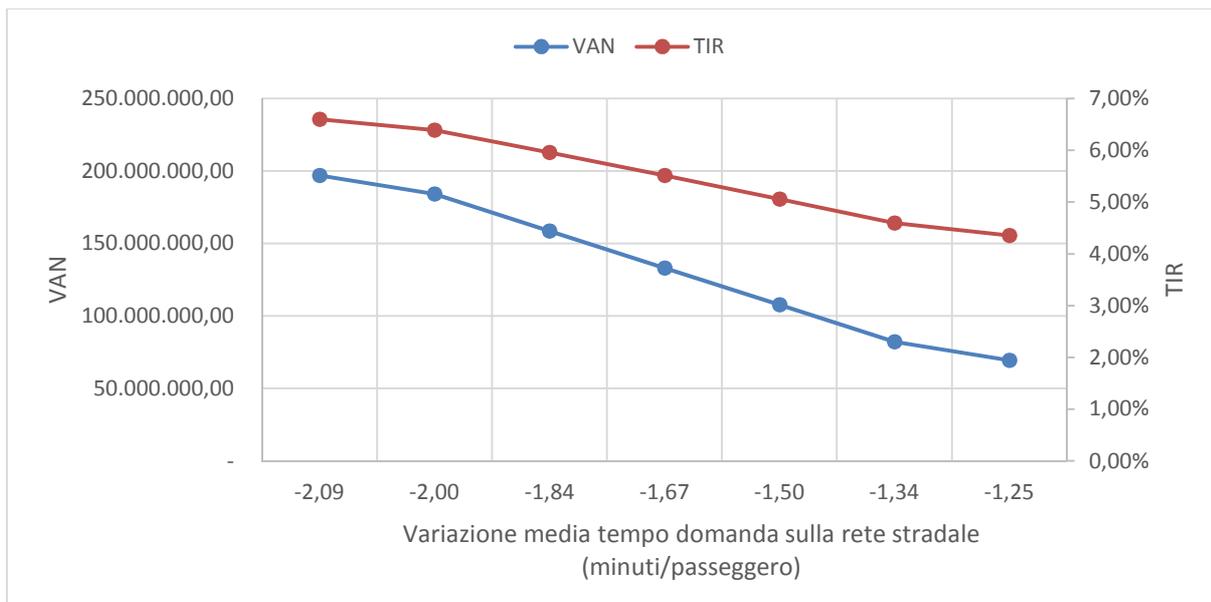


Figura 121 - Variazione media tempo domanda sulla rete stradale

Per la variazione della percorrenza annua in termini di variazione di veic\*km si riportano le componenti analizzate: tram, autobus e automobile. La componente tranviaria è costituita da una variazione positiva della percorrenza con le nuove linee di progetto.

Percorrenze chilometriche - tram	variazione percorrenza rete tranviaria (veic*km/anno)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	2,145,447.24	95,282,150.59	1.35	4.83%
120%	2,059,629.35	102,857,740.86	1.38	4.97%
110%	1,887,993.57	118,008,921.40	1.47	5.24%
100%	1,716,357.79	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	1,544,722.01	148,311,282.47	1.66	5.78%
80%	1,373,086.23	163,462,463.00	1.78	6.04%
75%	1,287,268.34	171,038,053.27	1.85	6.17%

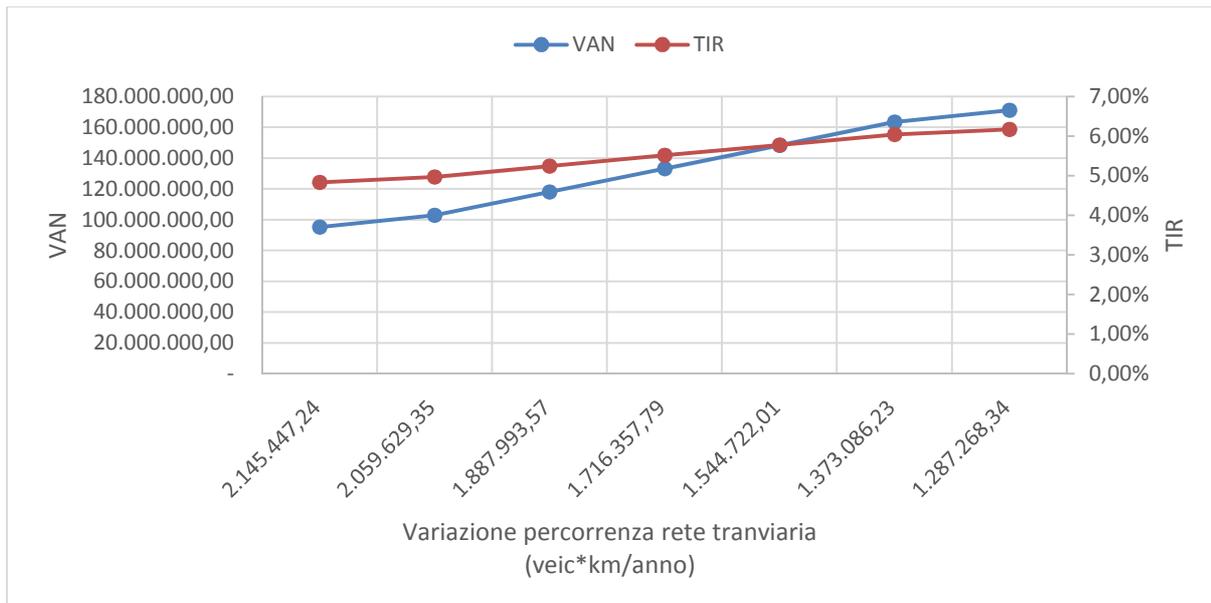


Figura 122 - Variazione percorrenza rete tranviaria

La componente del trasporto pubblico locale su gomma è costituita da una variazione negativa della percorrenza con linee soppresse e riorganizzate in favore delle nuove linee tranviarie. La variazione percentuale positiva è da intendersi con un'ulteriore riduzione della percorrenza mentre la percentuale negativa con una minor riduzione della percorrenza annua della rete autobus.

Percorrenze chilometriche - bus	variazione percorrenza rete bus (veic*km/anno)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	-2,881,514.20	165,137,253.18	1.79	6.07%
120%	-2,766,253.64	158,741,822.93	1.74	5.96%
110%	-2,535,732.50	145,950,962.43	1.65	5.74%
100%	-2,305,211.36	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	-2,074,690.23	120,369,241.43	1.48	5.29%
80%	-1,844,169.09	107,578,380.93	1.41	5.06%
75%	-1,728,908.52	101,182,950.68	1.38	4.94%

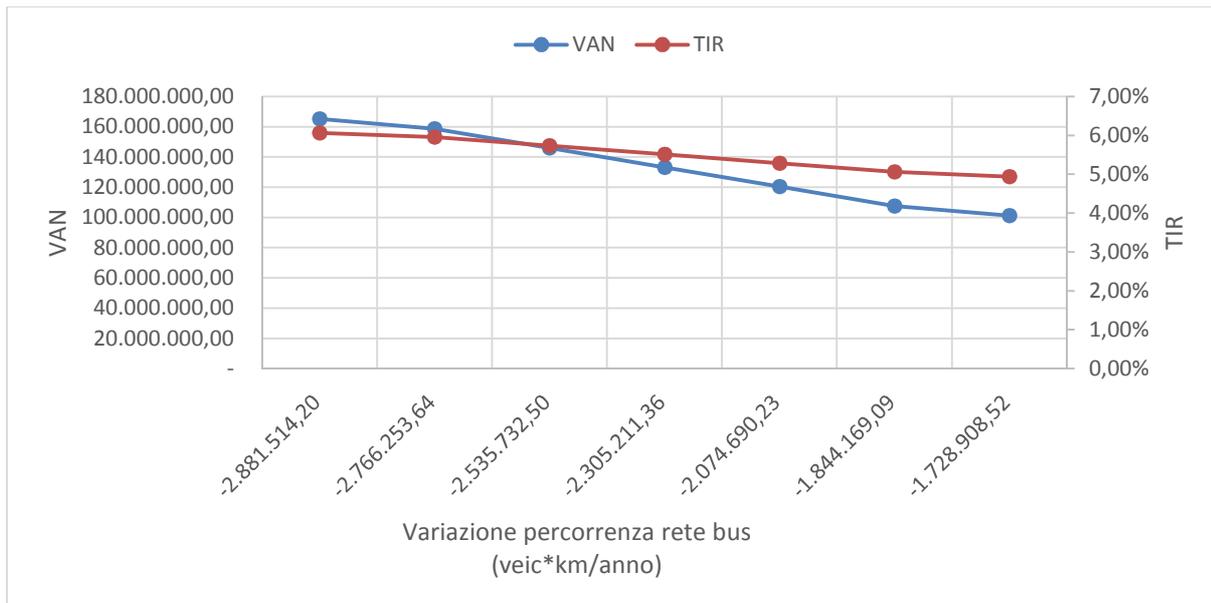


Figura 123 - Variazione percorrenza rete bus

La componente del trasporto privato su gomma analizzata è solo quella dall’automobile in quanto la variazione della percorrenza per i motocicli non restituisce significativi scostamenti. Nell’ACB la variazione della percorrenza è negativa e nell’analisi di sensitività la variazione percentuale positiva è da intendersi con un’ulteriore riduzione della percorrenza mentre la percentuale negativa con una minor riduzione della percorrenza annua.

Percorrenze chilometriche - auto	variazione percorrenza rete auto (veic*km/anno)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	-39,528,076.27	135,107,076.00	1.57	5.56%
120%	-37,946,953.22	134,717,681.19	1.57	5.55%
110%	-34,784,707.12	133,938,891.56	1.56	5.53%
100%	-31,622,461.01	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	-28,460,214.91	132,381,312.30	1.55	5.50%
80%	-25,297,968.81	131,602,522.68	1.55	5.48%
75%	-23,716,845.76	131,213,127.86	1.55	5.47%

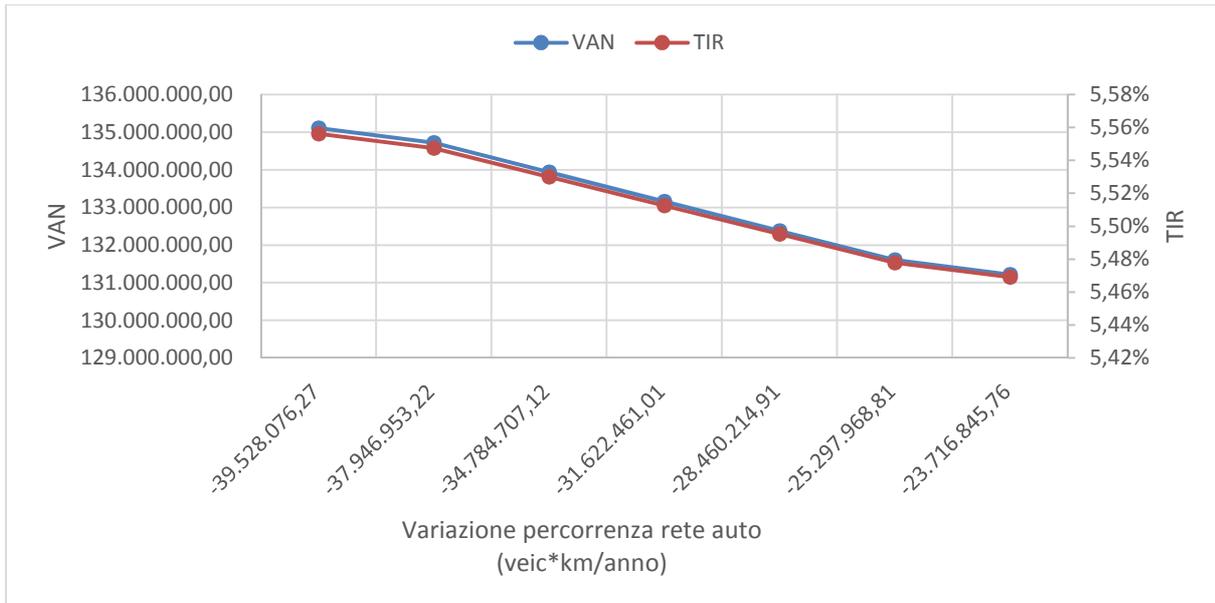


Figura 124 - Variazione percorrenza rete auto

Per quanto riguarda i costi di esercizio l'analisi di sensitività è stata affrontata per la componente tranviaria andando a far variare il costo unitario d'esercizio (€/veic\*km).

Costi di esercizio	costo medio rete tranviaria (Euro/veicolo*km)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	7.89	95,941,789.31	1.35	4.85%
120%	7.57	103,385,451.83	1.39	4.98%
110%	6.94	118,272,776.88	1.47	5.25%
100%	6.31	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	5.68	148,047,426.98	1.66	5.77%
80%	5.05	162,934,752.03	1.78	6.03%
75%	4.73	170,378,414.55	1.85	6.16%

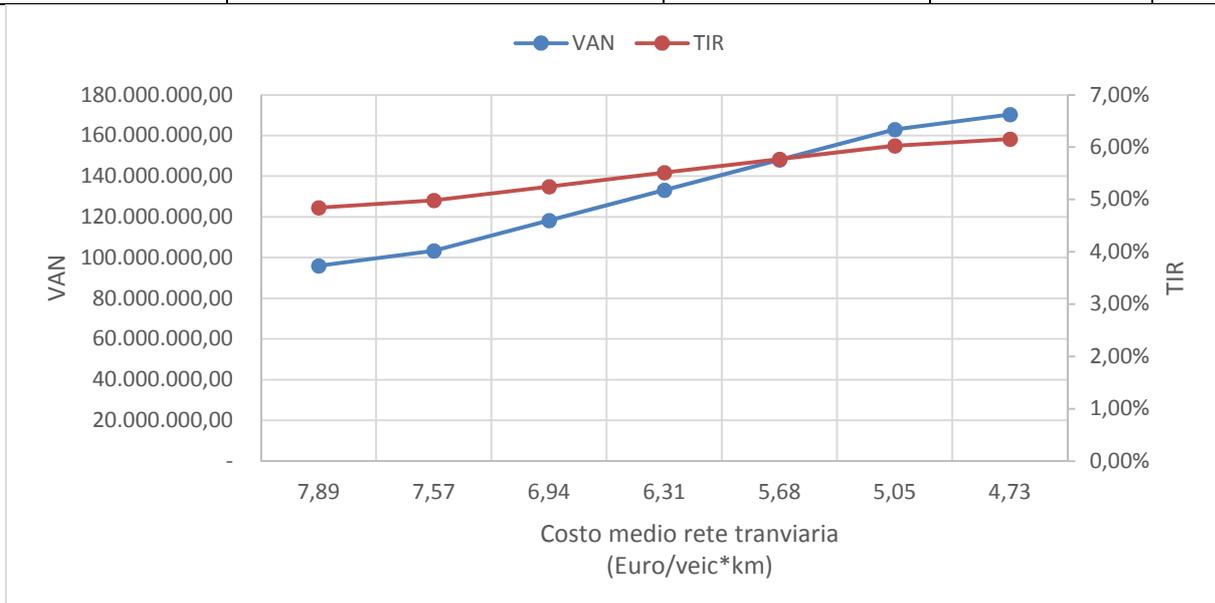




Figura 125 - Variazione costo medio rete tranviaria

Per quanto riguarda i costi di investimento l'analisi di sensitività ha applicato le variazioni percentuali alle ripartizioni annuali del costo base totale.

Costi di investimento	costo base (Euro2017)	VAN (Euro)	Rapporto B/C	TIR
125%	536,369,017.50	44,555,853.40	1.14	3.72%
120%	514,914,256.80	62,276,703.11	1.20	4.04%
110%	472,004,735.40	97,718,402.52	1.36	4.73%
100%	429,095,214.00	133,160,101.93	1.56	5.51%
90%	386,185,692.60	168,601,801.34	1.83	6.42%
80%	343,276,171.20	204,043,500.75	2.22	7.49%
75%	321,821,410.50	221,764,350.46	2.48	8.10%

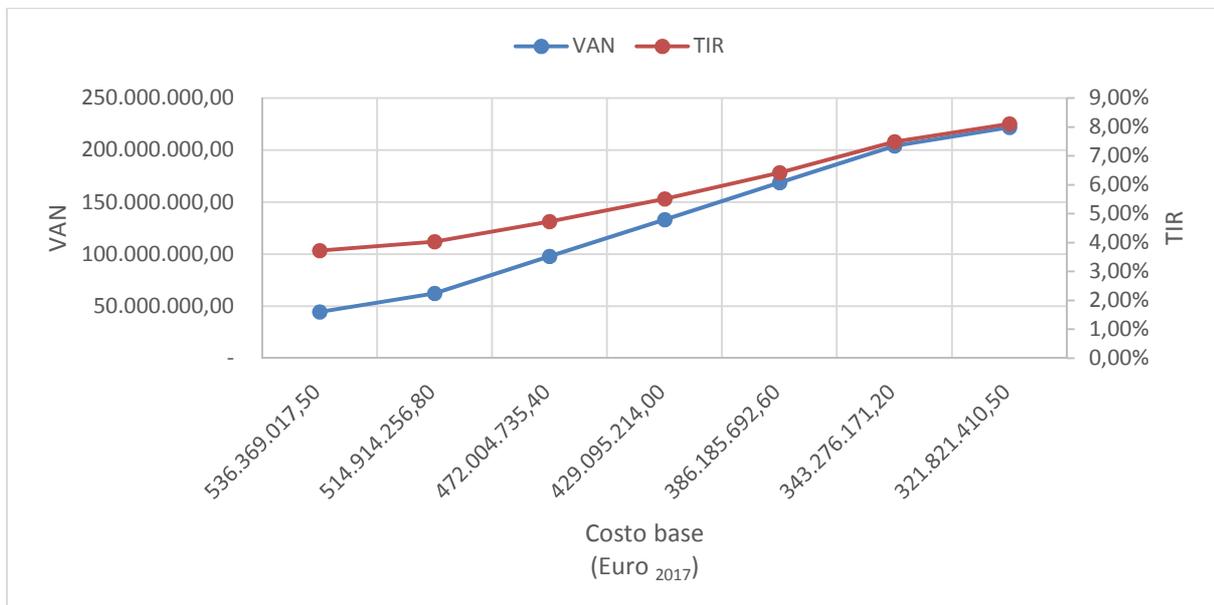


Figura 126 - Variazione costo base del progetto

Per tutte le variabili critiche sono state calcolate i valori di rovesciamento ovvero le variazioni percentuali rispetto allo scenario di riferimento che renderebbero nullo il VAN del progetto.

Parametro	Valore di rovesciamento	Valore Progetto	Valore limite	Unità
Tempo risparmiato pubblico	-161.8%	-2.40	1.48	minuti/passeggero
Tempo risparmiato privato	-52.3%	-1.67	-0.80	minuti/passeggero
Percorrenze chilometriche Tram	87.9%	1,716,357.79	3,224,823.60	veic*km/anno



Percorrenze chilometriche Bus	-104.1%	-2,305,211.36	94,644.22	veic*km/anno
Percorrenze chilometriche Auto	-93.2%	-31,622,461.01	-2,151,235.20	veic*km/anno
Costo di investimento	37.6%	429,095,214.00	590,313,110.95	Euro2017
Costo di esercizio	89.4%	6.31	11.95	Euro/veicolo*km

Tutte le variazioni analizzate restituiscono sempre un valore del TIR>3.5% e del rapporto benefici/costi maggiore di 1: si può quindi affermare che anche a fronte di grandi variazioni rispetto al risultato modellistico, la significatività dell'investimento non viene meno. Fa eccezione solo il costo dell'investimento, ma una variazione del 37% sui costi di costruzione è molto elevata; un incremento dei costi rispetto a quelli stimati in fase di costruzione pari a oltre 1/3 degli stessi stimati in fase di progettazione è poco probabile anche a fronte di varianti di progetto che prevedano la modifica delle opere d'arte.

## 6.7 ANALISI DEL RISCHIO

Come richiesto dal DM 300/2017, in particolare dall'Allegato A, si presenta di seguito un'Analisi dei Rischi che esplicita le condizioni di realizzabilità, individua i soggetti coinvolti, le possibili conseguenze ed i fattori di mitigazione o prevenzione del rischio. Tale analisi è presentata in modo compatto sotto forma matriciale nella tabella seguente: tale strumento è quello più idoneo per la standardizzazione del processo di individuazione dei rischi e degli impatti connessi.



FASE	RISCHIO	CAUSE PRINCIPALI	SOGGETTI COINVOLTI	SOLUZIONI/MITIGAZIONE
FASE DI REDAZIONE DEI PROGETTI E FASE DI GARA	RITARDO	Ritardi nella consegna dei Progetti e nella relativa approvazione	Appaltatore / Amministrazione Comunale	Efficace sistema di monitoraggio avanzamento attività
		Errata stima di Tempi/Costi	Appaltatore	Processo di validazione e revisione Revisione quadro economico Analisi evoluzione progetti
		Modifiche progettuali e varianti	Amministrazione Comunale / Appaltatore	Processo di gestione in Qualità della fase di progettazione, analisi congiunta dei risultati e di alternative
		Ritardo nell'acquisizione Permessi/Pareri	Enti competenti	Processo di progettazione partecipata da pubblico e da Enti coinvolti; Acquisizione di pareri preliminari e concertazione delle soluzioni con i vari stakeholders;
		Ricorsi da parte di soggetti esclusi	Enti competenti	Corretta esecuzione procedure di gara
FASE DI COSTRUZIONE	RITARDO	Ritardo fornitura dei veicoli	Appaltatore	Esperienza passata; monitoraggio DL
		Ritardo omologazione sistema e autorizzazione ministeriale	Appaltatore	Piano di calendarizzazione anticipato della fase di pre-esercizio
		Reperimenti Archeologici	Amministrazione Comunale / Soprintendenza	
		Proteste legate alla realizzazione dell'opera	Amministrazione Comunale	Processo di progettazione partecipata e campagna di informazione sul progetto ed i benefici connessi
		Proteste legate ai disagi causati dalle cantierizzazioni	Amministrazione Comunale	Capitalizzazione esperienze nella gestione di cantieri di estensione ridotta; studio tramite strumenti modellistici degli impatti delle cantierizzazioni sul traffico
		Cambiamenti societari compagine appaltatrice	Appaltatore	Attenta selezione compagine appaltatrice sulla base della solidità economica e delle competenze tecniche
	Danneggiamenti durante l'esecuzione dell'Opera	Appaltatore	Sottoscrizione di adeguate coperture assicurative con estensione ai danni indiretti	
AUMENTO DEI COSTI	Extra costi di Progetto dovuti a Varianti, aumento costi materiali	Amministrazione Comunale/Appaltatore/Contratto	Da valutare in funzione di tipologia di contratto	
FASE DI ESERCIZIO E GESTIONE	AUMENTO COSTI OPERATIVI	Elevati costi di manutenzione del materiale rotabile	Gestore	Contratto di servizio; scelta di tecnologie diffuse e non prototipali.
	DEGRADO DEL SERVIZIO	Capacità del Gestore di operare il sistema	Gestore	Inserimento allungamenti regolarità; micro-simulazione dell'esercizio
		Mancato rispetto delle prestazioni contrattuali	Gestore	Penali contrattuali del contratto di gestione del servizio
	DOMANDA	Aumento della dispersione di regolarità	Amministrazione Comunale o società di gestione del sistema semaforico	Sistema di prioritizzazione semaforica; limitazione delle manovre interferenti.
		Sovradimensionamento della linea	Amministrazione Comunale / Comuni	Modifica linee TPL gomma per evitare sovrapposizioni di servizio e migliorare adduzione; tariffazione integrata
Sovraffollamento		Amministrazione Comunale / Gestore	Possibilità di aumento delle frequenze fino a 3min (intertempo teorico di progetto) – corse di rinforzo durante ora di punta	















Tabella 3.2 linee TPL - Linea tram 9A e 9B : stato di fatto e scenario di riferimento

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di riferimento																									
			Stato di fatto 2017	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Linea 9A	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											
Linea 9B	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											

Tabella 3.2 linee TPL - Linea tram 9A e 9B: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																								
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Linea 9A	Estensione della linea	Chilometri	20.32	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	33,721	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58	33,720.58
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	11,081	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09	11,081.09
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Domanda annua	Passeggeri/anno	6,650,560	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00	6,650,560.00
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	23,752	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00	23,752.00
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	2,969	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00	2,969.00
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	1,297	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91	1,296.91
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	8.8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364	1,364
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Saturazione	%	95%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	95.11%	
Linea 9B	Estensione della linea	Chilometri	18.49	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	30,275	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	30,274.51	
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	10,577	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68	10,576.68
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Domanda annua	Passeggeri/anno	3,653,440	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	3,653,440.00	
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	13,048	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00	13,048.00
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	1,631	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00	1,631.00
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	745	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78	744.78
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Saturazione	%	93%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	93.10%	



Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 100A, 100/100B, 107, 108: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																							
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Linea 100A	Estensione della linea	Chilometri	18.24	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	28.107	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99	28.106.99
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	3.406	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39	3.406.39
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno	20.723	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64	20.722.64
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	83	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89	82.89
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	12	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84	11.84
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	9	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	20	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%	15%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	
Linea 100/100B	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%																									
Linea 107	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%																									
Linea 108	Estensione della linea	Chilometri	5.16	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	15.680	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	15.679.68	
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	9.244	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	9.244.43	
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno	205.610	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16	205.610.16		
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	822	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44	822.44		
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	117	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49	117.49		
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	115	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97	114.97		
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	20	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00		
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%	77%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%			



Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 118, 210, 241, 243: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																									
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
Linea 118	Estensione della linea	Chilometri	7.54	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	30.797	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	30.796.61	
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	16.497	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	16.496.61	
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno	272.712	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	272.711.80	
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	1.091	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	1.090.85	
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	156	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	155.84	
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	153	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	153.29	
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%	77%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%	76.65%		
Linea 210	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											
Linea 241	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											
Linea 243	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											



Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 246, 544, 603, 614: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																							
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Linea 246	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%																									
Linea 544	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%																									
Linea 603	Estensione della linea	Chilometri	23.09	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	23.1	
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	25.322	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	25.322.00	
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	7.373	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	7.373.28	
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno	208.998	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	208.997.67	
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	836	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	835.99	
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	117	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	117.09	
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	99	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	99.47	
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	20	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%	66%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%	66.32%		
Linea 614	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%																									

Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 616, 619, 625, 628: stato di fatto e scenario di riferimento

Tema	Indicatore	Unità	Stato di fatto		Scenario di riferimento																									
			2017	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050		
Linea 616	Estensione della linea	Chilometri	25,91	26,40	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,4	
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	24,438	24,566	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15	24,566,15
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	6,577	6,720	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17	6,720,17
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																												
	Domanda annua	Passeggeri/anno	329,904	357,879	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42	357,879,42
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	1,320	1,432	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52	1,431,52
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	189	205	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50	204,50
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	71	90	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42	90,42
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																												
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	21	22	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	90	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																												
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	261	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																													
Saturazione	%	27%	66%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%	66,31%		
Linea 619	Estensione della linea	Chilometri	13,73	13,16	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	29	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	29,419	30,828	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85	30,827,85
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	7,300	9,263	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70	9,262,70
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																												
	Domanda annua	Passeggeri/anno	560,293	278,749	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82	278,748,82
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	2,241	1,115	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	1,115,00	
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	320	159	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29	159,29
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	143	83	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73	82,73
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																												
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	14	16	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	90	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																												
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	376	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																													
Saturazione	%	38%	44%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%	44,12%		
Linea 625	Estensione della linea	Chilometri	14,85	13,75	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	28	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	32,300	34,538	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51	34,537,51
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	9,824	10,262	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41	10,262,41
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																												
	Domanda annua	Passeggeri/anno	212,293	141,457	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94	141,456,94
	Domanda giornaliera	Passegger																												

Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 616, 619, 625, 628: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																							
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Linea 616	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%																									
Linea 619	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%																									
Linea 625	Estensione della linea	Chilometri	13.75	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	34.538	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51	34.537.51		
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	10.262	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41	10.262.41		
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno	114.612	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24	114.612.24		
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	458	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45	458.45		
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	64	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21	64.21		
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	42	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32	42.32		
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00		
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80		
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%	53%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%	52.89%			
Linea 628	Estensione della linea	Chilometri	14.21	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2			
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29			
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	12.689	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78	12.688.78			
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	2.662	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71	2.661.71			
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno	57.658	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47	57.658.47			
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	231	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63	230.63			
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	32	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30	32.30			
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	28	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09			
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00			
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80			
Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%	35%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%	35.11%				



Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 645, 704, 731, 806: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																							
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049
Linea 645	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%																									
Linea 704	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%																									
Linea 731	Estensione della linea	Chilometri	10,37	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22		
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	18,048	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47	18,048,47		
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	5,683	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31	5,683,31		
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno	268,834	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40	268,834,40		
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	1,075	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34	1,075,34		
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	151	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61	150,61		
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	127	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23	127,23		
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	15	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00		
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200		
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%	64%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%	63,61%			
Linea 806	Estensione della linea	Chilometri																								
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																								
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																								
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																								
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																								
	Domanda annua	Passeggeri/anno																								
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																								
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																								
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																								
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																								
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																								
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																								
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																								
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																								
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																								
Saturazione	%																									

Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 1000, 1001, 1002: stato di fatto e scenario di riferimento

Tema	Indicatore	Unità	Stato di fatto	Scenario di riferimento																								
			2017	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Linea 1000	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											
Linea 1001	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											
Linea 1002	Estensione della linea	Chilometri																										
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero																										
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri																										
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri																										
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																										
	Domanda annua	Passeggeri/anno																										
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno																										
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora																										
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione																										
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																										
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti																										
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo																										
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																										
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione																										
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																										
Saturazione	%																											

Tabella 3.2 linee TPL - Linee Autobus 1000, 1001, 1002: scenario di progetto

Tema	Indicatore	Unità	Scenario di progetto																								
			2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Linea 1000	Estensione della linea	Chilometri	16.92	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	1,259	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	1,259.34	
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	331	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	331.15	
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																									
	Domanda annua	Passeggeri/anno	267,829	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	267,829.47	
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	1,071	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	1,071.32	
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	153	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	153.05	
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	68	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	67.88	
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																									
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	20	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																									
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%	45%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%	45.25%		
Linea 1001	Estensione della linea	Chilometri	13.13	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1		
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23		
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	772	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83	771.83		
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	76	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03	76.03		
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																									
	Domanda annua	Passeggeri/anno	27,191	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47	27,191.47		
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	109	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77	108.77		
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	16	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54		
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	7	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16	7.16		
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																									
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																									
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%	12%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%	11.94%			
Linea 1002	Estensione della linea	Chilometri	2.00	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0			
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
	Domanda potenziale nel corridoio (popolazione)	Abitanti nel raggio di x metri	16,845	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35	16,845.35			
	Attrazione potenziale nel corridoio (lavoro)	Addetti nel raggio di x metri	6,755	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35	6,755.35			
	Tempo di giro nell'ora di punta	Minuti																									
	Domanda annua	Passeggeri/anno	1,498,563	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73	1,498,562.73			
	Domanda giornaliera	Passeggeri/giorno	5,994	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25	5,994.25			
	Domanda nell'ora di punta	Passeggeri/ora	856	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32	856.32			
	Carico massimo nell'ora di punta	Passeggeri/ora/direzione	86	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63	85.63			
	Intertempo minimo teorico nell'ora di punta	Minuti																									
	Intertempo effettivo nell'ora di punta	Minuti	6	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00			
	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
	Capacità teorica della linea	Posti/ora/direzione																									
	Capacità effettiva della linea	Posti/ora/direzione	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200			
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli																									
Saturazione	%	43%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%	42.82%				

Tabella 3.3 Costi di investimento

Gruppo	Indice	Componente progetto	Unità	Totale	Anno Y <sub>0-y</sub>	...	Anno Y <sub>0</sub> = 2017	Anno Y <sub>1</sub> = 2018	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	
Costi generali	C801	Studi preliminari e progettazione	Euro <sub>2017</sub>	20,982,500.0					15,482,500.0		5,500,000.0				
	C802	Costi generali dell'ente appaltante	Euro <sub>2017</sub>	12,881,999.0					3,150,000.0	2,000,000.0	2,000,000.0	2,000,000.0	2,000,000.0	1,731,999.0	
	C803	Direzione dei lavori e supervisione	Euro <sub>2017</sub>	17,167,500.0							2,000,000.0	3,000,000.0	5,000,000.0	7,167,500.0	
	C804	Espropri	Euro <sub>2017</sub>	6,268,490.0						2,000,000.0	2,500,000.0	1,768,490.0			
	C805	Lavori preliminari e impianto cantiere	Euro <sub>2017</sub>	1,000,000.0							700,000.0	100,000.0	50,000.0	150,000.0	
	C806	Risoluzione interferenze servizi	Euro <sub>2017</sub>	7,300,000.0							7,300,000.0				
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	C807	Gallerie di linea e stazioni	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C808	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C809	Ponti e viadotti	Euro <sub>2017</sub>	39,640,000.0							9,000,000.0	11,000,000.0	11,000,000.0	8,640,000.0	
	C810	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro <sub>2017</sub>	60,889,075.0							15,000,000.0	20,000,000.0	20,000,000.0	5,889,075.0	
	C811	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro <sub>2017</sub>	31,704,560.0							8,000,000.0	9,000,000.0	9,000,000.0	5,704,560.0	
	C812	Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	Euro <sub>2017</sub>	62,527,650.0							5,000,000.0	20,000,000.0	20,000,000.0	17,527,650.0	
	C813	Sovrastuttura stradale dedicata	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C814	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro <sub>2017</sub>	6,463,500.0							1,000,000.0	2,000,000.0	2,000,000.0	1,463,500.0	
	C815	Stazioni metro aperte	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C816	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C817	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C818	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C819	Sistemazioni urbanistiche e opere complementari	Euro <sub>2017</sub>	25,996,000.0								8,000,000.0	12,000,000.0	5,996,000.0	
	C820	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C821	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazioni	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C822	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro <sub>2017</sub>	3,000,000.0									500,000.0	1,500,000.0	1,000,000.0
	C823	Impianti di traslazione	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C824	Altri impianti civili	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C825	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro <sub>2017</sub>	1,073,940.0									300,000.0	400,000.0	373,940.0
Costi impianti elettro-ferroviari	C826	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro <sub>2017</sub>	9,450,000.0							2,000,000.0	2,750,000.0	2,750,000.0	1,950,000.0	
	C827	Linea di contatto	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C828	Sistema di automazione (SCADA)	Euro <sub>2017</sub>	500,000.0								100,000.0	250,000.0	150,000.0	
	C829	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione es	Euro <sub>2017</sub>	4,500,000.0								1,000,000.0	2,000,000.0	1,500,000.0	
	C830	Deposito	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C831	Altro	Euro <sub>2017</sub>	-											
Veicoli	C832	Materiale rotabile (filobus)	Euro <sub>2017</sub>	-											
	C833	Materiale rotabile (tram/metro/altro TPL)	Euro <sub>2017</sub>	117,750,000.0								34,250,000.0	38,250,000.0	45,250,000.0	
Totale	<b>C8</b>	<b>Costo base</b>	<b>Euro<sub>2017</sub></b>	429,095,214.0	-	-	-	-	<b>18,632,500.0</b>	<b>4,000,000.0</b>	<b>60,000,000.0</b>	<b>115,768,490.0</b>	<b>126,200,000.0</b>	<b>104,494,224.0</b>	
	CS	Costi sicurezza	Euro <sub>2017</sub>	5,200,000.0							750,000.0	1,200,000.0	1,750,000.0	1,500,000.0	
	CD	Somme a disposizione	Euro <sub>2017</sub>	-											
	CI	Imprevisti	Euro <sub>2017</sub>	18,484,736.0							3,000,000.0	7,000,000.0	7,000,000.0	1,484,736.0	
	CT	IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	Euro <sub>2017</sub>	51,633,558.0						4,100,000.0	300,000.0	5,000,000.0	10,000,000.0	17,000,000.0	15,233,558.0
	<b>CC</b>	<b>Costo complessivo (QEG)</b>	<b>Euro<sub>2017</sub></b>	504,413,508.0	-	-	-	-	<b>22,732,500.0</b>	<b>4,300,000.0</b>	<b>68,750,000.0</b>	<b>133,968,490.0</b>	<b>151,950,000.0</b>	<b>122,712,518.0</b>	

Tabella 3.4 Vita utile

Gruppo	Indice	Componente progetto	Pesi	Vita fisica (anni)	Media ponderata
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	VJ807	Gallerie di linea e stazioni	0%	75	0
	VJ808	Pozzi e manufatti di inter-tratta	0%	75	0
	VJ809	Ponti e viadotti	11%	75	8.178935747
	VJ810	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	17%	50	8.375510126
	VJ811	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	9%	35	3.052752966
	VJ812	Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	17%	25	4.30045099
	VJ813	Sovrastruttura stradale dedicata	0%	20	0
	VJ814	Stazioni/fermate tram o filobus	2%	20	0.355631021
	VJ815	Stazioni metro aperte	0%	50	0
	VJ816	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	0%	50	0
	VJ817	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	0%	50	0
	VJ818	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	0%	50	0
	VJ819	Sistemazioni urbanistiche e opere complementari	7%	10	0.715168563
	VJ820	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	0%	15	0
	VJ821	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	0%	10	0
	VJ822	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	1%	10	0.082532147
	VJ823	Impianti di traslazione	0%	10	0
VJ824	Altri impianti civili	0%	10	0	
VJ825	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	0%	15	0.044317287	
Costi impianti elettro-ferroviari	VJ826	Sistema di alimentazione e sezionamento	3%	15	0.389964394
	VJ827	Linea di contatto	0%	15	0
	VJ828	Sistema di automazione (SCADA)	0%	15	0.020633037
	VJ829	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	1%	15	0.18569733
	VJ830	Deposito	0%	15	0
	VJ831	Altro	0%	15	0
Veicoli	VJ832	Materiale rotabile (filobus)	0%	15	0
	VJ833	Materiale rotabile (tram/metro/altro TPL)	32%	30	9.718160284
<b>VU</b>	<b>Vita utile del progetto</b>	<b>100%</b>		<b>35.41975389</b>	

Tabella 3.5 Valore residuo e rinnovi

Gruppo	Indice	Componente progetto	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	
Costo dei rinnovi e revisioni generali escluse del costo di manutenzione ordinaria e straordinaria	C907	Gallerie di linea e stazioni	0																										
	C908	Pozzi e manufatti di inter-tratta	0																										
	C909	Ponti e viadotti	0																										
	C910	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	0																										
	C911	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	0																										
	C912	Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	0																										
	C913	Sovrastuttura stradale dedicata	0																										
	C914	Stazioni/fermate tram o filobus	0																										
	C915	Stazioni metro aperte	0																										
	C916	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	0																										
	C917	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	0																										
	C918	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	0																										
	C919	Sistemazioni urbanistiche e opere complementari	0											25.996.000,0										25.996.000,0					
	C920	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	0																										
	C921	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	0																										
	C922	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	0											3.000.000,0										3.000.000,0					
	C923	Impianti di traslazione	0																										
	C924	Altri impianti civili	0																										
	C925	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	0																										
	C926	Sistema di alimentazione e sezionamento	0																										
	C927	Linea di contatto	0																										
	C928	Sistema di automazione (SCADA)	0																										
	C929	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizi	0																										
	C930	Deposito	0																										
	C931	Altro	0																										
	C932	Materiale rotabile (filobus)	0																										
	C933	Materiale rotabile (tram/metro/altro TPL)	0																										
	<b>C9</b>	<b>Totale rinnovi</b>	<b>0</b>											<b>28.996.000,0</b>										<b>15.523.940,00</b>				<b>35.459.500,00</b>	<b>62.527.650,00</b>
	Valore residuo	VR807	Gallerie di linea e stazioni	-																									
		VR808	Pozzi e manufatti di inter-tratta	-																									
		VR809	Ponti e viadotti	<b>39.640.000,00</b>	39.111.467	38.582.933	38.054.400	37.525.867	36.997.333	36.468.800	35.940.267	35.411.733	34.883.200	34.354.667	33.826.133	33.297.600	32.769.067	32.240.533	31.712.000	31.183.467	30.654.933	30.126.400	29.597.867	29.069.333	28.540.800	28.012.267	27.483.733	26.955.200	26.426.667
		VR810	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	<b>60.889.075,00</b>	59.671.294	58.453.512	57.235.731	56.017.949	54.800.168	53.582.386	52.364.605	51.146.823	49.929.042	48.711.260	47.493.479	46.275.697	45.057.916	43.840.134	42.622.353	41.404.571	40.186.790	38.969.008	37.751.227	36.533.445	35.315.664	34.097.882	32.880.101	31.662.319	30.444.538
		VR811	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	<b>31.704.560,00</b>	30.798.715	29.892.871	28.987.026	28.081.182	27.175.337	26.269.493	25.363.648	24.457.803	23.551.959	22.646.114	21.740.270	20.834.425	19.928.581	19.022.736	18.116.891	17.211.047	16.305.202	15.399.358	14.493.513	13.587.669	12.681.824	11.775.979	10.870.135	9.964.290	9.058.446
VR812		Sovrastuttura ferroviaria/tramviaria	<b>62.527.650,00</b>	60.026.544	57.525.438	55.024.332	52.523.226	50.022.120	47.521.014	45.019.908	42.518.802	40.017.696	37.516.590	35.015.484	32.514.378	30.013.272	27.512.166	25.011.060	22.509.954	20.008.848	17.507.742	15.006.636	12.505.530	10.004.424	7.503.318	5.002.212	2.501.106	62.527.650	
VR813		Sovrastuttura stradale dedicata	-																										
VR814		Stazioni/fermate tram o filobus	<b>6.463.500,00</b>	6.140.325	5.817.150	5.493.975	5.170.800	4.847.625	4.524.450	4.201.275	3.878.100	3.554.925	3.231.750	2.908.575	2.585.400	2.262.225	1.939.050	1.615.875	1.292.700	969.525	646.350	323.175	6.463.500	6.140.325	5.817.150	5.493.975	5.170.800	4.847.625	
VR815		Stazioni metro aperte	-																										
VR816		Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	-																										
VR817		Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	-																										
VR818		Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	-																										
VR819		Sistemazioni urbanistiche e opere complementari	<b>25.996.000,00</b>	23.396.400	20.796.800	18.197.200	15.597.600	12.998.000	10.398.400	7.798.800	5.199.200	2.599.600	25.996.000	23.396.400	20.796.800	18.197.200	15.597.600	12.998.000	10.398.400	7.798.800	5.199.200	2.599.600	25.996.000	23.396.400	20.796.800	18.197.200	15.597.600	12.998.000	
VR820		Impianti di ventilazione di linea e di stazione	-																										
VR821		Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	-																										
VR822		Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	<b>3.000.000,00</b>	2.700.000	2.400.000	2.100.000	1.800.000	1.500.000	1.200.000	900.000	600.000	300.000	3.000.000	2.700.000	2.400.000	2.100.000	1.800.000	1.500.000	1.200.000	900.000	600.000	300.000	3.000.000	2.700.000	2.400.000	2.100.000	1.800.000	1.500.000	
VR823		Impianti di traslazione	-																										
VR824		Altri impianti civili	-																										
VR825		Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	<b>1.073.940,00</b>	1.002.344	930.748	859.152	787.556	715.960	644.364	572.768	501.172	429.576	357.980	286.384	214.788	143.192	71.596	1.073.940	1.002.344	930.748	859.152	787.556	715.960	644.364	572.768	501.172	429.576	357.980	
VR826		Sistema di alimentazione e sezionamento	<b>9.450.000,00</b>	8.820.000	8.190.000	7.560.000	6.930.000	6.300.000	5.670.000	5.040.000	4.410.000	3.780.000	3.150.000	2.520.000	1.890.000	1.260.000	630.000	9.450.000	8.820.000	8.190.000	7.560.000	6.930.000	6.300.000	5.670.000	5.040.000	4.410.000	3.780.000	3.150.000	
VR827		Linea di contatto	-																										
VR828		Sistema di automazione (SCADA)	<b>500.000,00</b>	466.667	433.333	400.000	366.667	333.333	300.000	266.667	233.333	200.000	166.667	133.333	100.000	66.667	33.333	500.000	466.667	433.333	400.000	366.667	333.333	300.000	266.667	233.333	200.000	166.667	
VR829		Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizi	<b>4.500.000,00</b>	4.200.000	3.900.000	3.600.000	3.300.000	3.000.000	2.700.000	2.400.000	2.100.000	1.800.000	1.500.000	1.200.000	900.000	600.000	300.000	4.500.000	4.200.000	3.900.000	3.600.000	3.300.000	3.000.000	2.700.000	2.400.000	2.100.000	1.800.000	1.500.000	
VR830		Deposito	-																										
VR831		Altro	-																										
VR832		Materiale rotabile (filobus)	-																										
VR833		Materiale rotabile (tram/metro/altro TPL)	<b>117.750.000,00</b>	113.825.000	109.9																								

Tabella 3.6 Costi di esercizio

Tema	Indicatore	Unità	Stato di fatto					Scenario di riferimento	Scenario di progetto
			2013	2014	2015	2016	2017	2026	2026
Modalità AUTOBUS - Costo chilometrico standard		€/veicolo*km					4.73		4.55
Modalità AUTOBUS - Costo storico e previsto	Costo dell'area esercizio	€/veicolo*km					3.79		2.99
	di cui costo del personale di guida	€/veicolo*km					2.12		1.49
	di cui costo di altro personale di movimento	€/veicolo*km					0.53		0.37
	di cui costo di energia di trazione	€/veicolo*km					0.66		0.66
	di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)	€/veicolo*km					0.36		0.36
	Costo di manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili	€/veicolo*km					0.12		0.12
	Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili	€/veicolo*km							
	Costo per l'energia delle stazioni	€/veicolo*km							
	Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relazione	€/veicolo*km							
	Costi generali e amministrativi	€/veicolo*km					0.55		0.54
	Costo del capitale investito netto	€/veicolo*km					0.42		0.42
Costo chilometrico effettivo	€/veicolo*km					3.960		3.81	
Modalità TRAM - Costo chilometrico standard		€/veicolo*km					9.95		8.72
Modalità X - Costo storico e previsto	Costo dell'area esercizio	€/veicolo*km					5.13		
	di cui costo del personale di guida	€/veicolo*km					2.9		
	di cui costo di altro personale di movimento	€/veicolo*km					0.73		
	di cui costo di energia di trazione	€/veicolo*km					0.67		
	di cui costo per i rotabili (ammortamenti e canoni d'affitto/leasing)	€/veicolo*km					0.64		
	Costo di manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili	€/veicolo*km					0.19		
	Costo per la manutenzione di esercizio, pulizia, vigilanza e sicurezza dei rotabili	€/veicolo*km					0.22		
	Costo per l'energia delle stazioni	€/veicolo*km					0.26		
	Costo per l'utilizzo dell'infrastruttura, comprensivo del costo della relazione	€/veicolo*km					0.94		
	Costi generali e amministrativi	€/veicolo*km					0.68		
	Costo del capitale investito netto	€/veicolo*km					0.55		
Costo chilometrico effettivo	€/veicolo*km					7.47		6.31	