



Fabio Lamanna

via Cavalleggeri Treviso 13, 31100, Treviso

P. IVA: 02534880303 | C.F. LMNFBA77D21L483F

(+39) 320 6070544

fabio@fabiolamanna.it

www.fabiolamanna.it

ALLEGATO 1

Analisi della domanda di traffico prevista sulla Cabinovia di Progetto

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	IPOTESI DI CALCOLO E BASE DATI DI LAVORO	3
1.2	CENNI AL PROGETTO	3
1.3	STRUTTURA DELLA RELAZIONE	5
2	MODELLO DI DOMANDA/OFFERTA	6
2.1	DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI ANALISI	6
2.1.1	<i>Scenario Base (SB - 2021)</i>	6
2.1.2	<i>Scenario di Riferimento (SR - 2025)</i>	6
2.1.3	<i>Scenario di Progetto (SP - 2025)</i>	7
2.2	STRUTTURA DEL MODELLO DI PREVISIONE DELLA DOMANDA	7
2.3	MODELLO A QUATTRO STADI	9
2.3.1	<i>Generazione e Distribuzione del Trasporto Privato</i>	9
2.3.2	<i>Generazione e Distribuzione del Trasporto Pubblico Locale</i>	12
2.3.3	<i>Scelta Modale</i>	13
2.3.4	<i>Scelta del Percorso</i>	14
2.4	PROIEZIONE DELLE MATRICI O/D	15
2.5	MODELLIZZAZIONE DELLA RETE NELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO	16
3	ANALISI DELLA DOMANDA SULLA CABINOVIA	17
3.1	DOMANDA DI PROGETTO SULLA CABINOVIA	17
3.1.1	<i>Saliti/Discesi</i>	18
3.1.2	<i>Flussi sulla rete di progetto</i>	19
3.2	IPOTESI DI CALCOLO	20
3.3	ORIGINE E COMPOSIZIONE DEI FLUSSI INDOTTI DAL PROGETTO	21
3.4	INTEGRAZIONE CON IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE	27
3.4.1	<i>Supporto per Servizi Turistici</i>	29
4	CONCLUSIONI	30

1 INTRODUZIONE

1.1 Ipotesi di Calcolo e Base Dati di Lavoro

Tutte le analisi tecniche presentate nel seguito fanno riferimento, per coerenza metodologica ed analitica, a dati ed ipotesi riferiti al Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) approvato nel 2021. In particolare, si rimanda al PUMS per tutti gli elementi alla base del presente studio, con particolare riferimento alla caratterizzazione dei coefficienti di passaggio dei flussi di mobilità da ora di punta a giorno e da giorno ad anno (anche se alcuni cenni trovano comunque posto nel seguente elaborato).

È importante sottolineare che le analisi sono riferite all'intero tracciato della Cabinovia Opicina – Park Bovedo – Porto Vecchio – Trieste e non solo al tratto oggetto di Variante al PRGC (tratto inclinato); a livello trasportistico la Cabinovia è un'unica linea di collegamento tra l'Altipiano, il Porto Vecchio e Trieste, e pertanto non avrebbe senso scorporarne soltanto una parte in quanto i benefici, a tutti i livelli, derivano dall'utilizzo completo dell'infrastruttura.

1.2 Cenni al Progetto

Trieste è legata all'Italia attraverso una stretta lingua di terra che si estende a nord della città. E questo unico collegamento con il resto della penisola è il più debole e critico sotto il profilo infrastrutturale. A ovest della città c'è il mare, a sud e a est vi è un sistema di accesso alla città che parte da comodi valichi di confine con la Slovenia che presentano caratteristiche autostradali o comunque di viabilità di primo livello e confluiscono poi in una viabilità di penetrazione alla città adeguata e agevole (via Flavia, Strada per Basovizza, tratta sud della Grande Viabilità Triestina, Strada di Fiume, ecc.).

A nord, invece, le infrastrutture stradali di penetrazione in città sono estremamente carenti: la strada statale 14 "Costiera", che è già inibita al traffico pesante, richiede continue attività di consolidamento, con smottamenti e frane continue. È una strada che dovrebbe essere di tipo turistico più che un asse di accesso alla città. L'alternativa è la Grande Viabilità Triestina che è la naturale prosecuzione della autostrada A4. Questa, tuttavia, circonda la città delegando la penetrazione da nord a vie particolarmente pendenti o inadeguate (strada del Friuli, via Commerciale, via Bonomea, ecc.). I veicoli che arrivano in città non hanno alternative e ogni mattina nell'ora di punta più di 1.900 veicoli

si spingono su questi accessi inadeguati per raggiungere il centro città (piazza Libertà e le Rive cittadine).

Il progetto della cabinovia si pone quindi come risoluzione definitiva e in chiave moderna dell'annoso problema della penetrazione nord della città: partendo dall'altipiano del Carso che circonda la città (nei pressi di Campo Romano a Opicina), facilmente raggiungibile dalla viabilità principale, la cabinovia è in grado di portare l'utente in pochi minuti nel pieno centro cittadino con un percorso strategico, anche perché attraversa completamente l'area di Porto Vecchio: i 70 ettari del vecchio porto austroungarico, ora meraviglioso esempio di archeologia industriale, a seguito di un recente emendamento alla finanziaria del governo è passato in proprietà dall'Autorità Portuale al Comune di Trieste. Un accordo di programma in corso porterà alla riconversione e alla valorizzazione dell'area. In previsione delle numerose attività che si insedieranno (dal ricettivo al congressuale, dal residenziale all'hi-tech, dalle crociere al commerciale), non è pensabile delegare la domanda di mobilità da e per questa zona alle sole modalità di trasporto tradizionali, anche perché entrerebbe in crisi non tanto questa area ma l'intero sistema del traffico cittadino.

Nell'ambito del PNRR, Trieste ha ricevuto un finanziamento per l'attuazione dell'intervento Cabinovia Metropolitana Trieste – Porto Vecchio – Carso, un sistema di trasporto pubblico a fune integrato con l'esistente rete di trasporto pubblico urbano. Il tracciato di progetto prevede quattro stazioni collocate come segue:

- 1. Stazione di testa Opicina: questa stazione è destinata a intercettare la domanda in arrivo su gomma da nord e destinata al centro cittadino, dove si colloca un parcheggio di interscambio intermodale anche con i servizi TPL del Carso;*
- 2. Stazione intermedia Bovedo: questa stazione è un punto di offerta per l'intero rione di Barcola anche grazie al parcheggio di interscambio realizzato due anni fa;*
- 3. Stazione intermedia Porto Vecchio: la stazione serve la zona centrale di Porto Vecchio con particolare riferimento all'area museale e congressuale in costruzione, ma anche per il futuro sviluppo dell'intera zona di Porto Vecchio;*
- 4. Stazione di testa Trieste: la cabinovia conclude la sua corsa in un punto nevralgico, nel pieno centro della città a due passi dalla piazza principale e in corrispondenza del principale polo intermodale della città (stazione ferroviaria, hub del trasporto pubblico locale, stazione delle autocorriere extraurbane).*

Si tratta di un trasporto continuo flessibile a frequenze elevate (ordine di 20"), con una capacità massima di 1.800 passeggeri/ora per senso di marcia. Per ulteriori dettagli progettuali si può fare riferimento al Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica depositato agli atti.

1.3 Struttura della Relazione

La relazione presenta la metodologia di calcolo della domanda di trasporto stimata sulla Cabinovia Metropolitana Trieste – Porto Vecchio – Carso (nel seguito “Cabinovia”), e le analisi dei benefici della stessa sulla rete del trasporto privato e su quella del trasporto pubblico (di cui fa parte integrante). Vengono presentate le ipotesi di crescita della mobilità e la loro implementazione negli scenari di sviluppo trasportistici. Si conclude l’analisi con i risultati relativi alla valutazione delle variazioni del flusso viario e del grado di saturazione sugli archi stradali maggiormente impattati positivamente dallo sviluppo della Cabinovia, oltre che dei benefici ambientali e trasportistici dovuti alla realizzazione dell’infrastruttura.

2 MODELLO DI DOMANDA/OFFERTA

2.1 Definizione degli Scenari di Analisi

In accordo con le scelte emerse nell'ambito della redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) di Trieste, gli scenari di sviluppo considerati per la valutazione del progetto in oggetto sono sviluppati sinteticamente in seguito. In questo senso si considera un unico scenario di progetto al 2025 che include le scelte pianificate nello Scenario di Riferimento ed il progetto della Cabinovia.

2.1.1 Scenario Base (SB - 2021)

Lo scenario base rappresenta lo stato di fatto della domanda e dell'offerta sul territorio; considerando che l'analisi della domanda è stata effettuata nell'anno 2019, l'anno di riferimento (2021) è stato considerato analogo a quello dell'analisi O/D.

2.1.2 Scenario di Riferimento (SR – 2025)

Lo Scenario di Riferimento è stato costruito e modellizzato seguendo le indicazioni del PUMS e prevedendo gli investimenti già pianificati, i progetti avviati e/o in sviluppo, gli interventi infrastrutturali programmati e gli interventi organizzativi e gestionali per l'ottimizzazione del sistema di trasporto, in coerenza con la strategia di mobilità che emerge dai documenti di pianificazione. In particolare, tale scenario si compone dei seguenti elementi di offerta:

- a) Nuova viabilità nell'area del Porto Vecchio (Lotti 1 e 2);*
- b) Strada di collegamento tra l'Ospedale di Cattinara, via Alpi Giulie e SS 202 (GVT);*
- c) Interventi connessi al progetto "ex Maddalena";*
- d) Interventi connessi al progetto "ex Fiera".*

La domanda fa riferimento agli incrementi generati dalle seguenti trasformazioni urbanistiche:

- a) Trasformazioni urbanistiche da PRGC;*
- b) Trasformazioni urbanistiche da Piano del Commercio;*
- c) Carichi indotti dalla trasformazione dell'area del Porto Vecchio.*

Lo scenario di riferimento considera inoltre tutti i progetti di trasporto pubblico e stradale che possono considerarsi in esercizio secondo gli strumenti di pianificazione e con le strategie di mobilità urbana, insieme ad un ulteriore sviluppo dei progetti in coerenza con il PUMS.

2.1.3 Scenario di Progetto (SP – 2025)

Lo Scenario di Progetto è stato costruito e modellizzato seguendo le indicazioni del PUMS e prevedendo gli investimenti e le previsioni di modifica dell'offerta di rete e della domanda contenuti nello Scenario di Riferimento, ed associando l'intervento in Progetto; lo SP, quindi, si differenzia dallo SR soltanto in virtù degli impatti attesi dal Progetto stesso e dalle eventuali ristrutturazioni di rete ad esso associate quali, in questo caso, la realizzazione di un nuovo nodo di interscambio presso il capolinea Nord della cabinovia (Campo Romano) e l'adeguamento dell'esistente Park Bovedo (posto in corrispondenza della fermata a valle della cabinovia).

2.2 Struttura del Modello di Previsione della Domanda

Il modello sviluppato per la progettazione del PUMS di Trieste e per la valutazione dell'impatto della Cabinovia è stato implementato in ambiente PTV VISUM.

La zonizzazione dell'area di studio è stata condotta con riferimento alla zonizzazione effettuata nel corso delle analisi del 2003 ed affinata per aggiornarla agli scopi odierni. L'attività ha riguardato in primo luogo la verifica della corrispondenza tra le sezioni censuarie Istat 2001 e la zonizzazione 2003, con piccoli interventi di ri-associazione univoca di alcune sezioni censuarie alle zone del 2003. Successivamente è stata avviata l'attività di associazione delle sezioni censuarie Istat 2011 alle Zone del 2003 sfruttando, dove possibile (ovvero per 1.104 sezioni), la corrispondenza tra sezioni 2001 e 2011 e procedendo ad una attribuzione manuale nei restanti casi (ovvero per 15 sezioni).

È stata così creata l'associazione univoca tra le 1.119 sezioni censuari Istat 2011 relative al territorio provinciale e le zone 2003. I 7 portali 2003, invece, sono rimasti invariati. Rispetto alla zonizzazione del 2003, nella zonizzazione 2019 sono state aggiunte 2 zone a Trieste (zona 2802 Molo VII e 5600 Zona industriale che erano accorpate rispettivamente alle zone 2703 Molo V e 5502 Zona industriale Ex Esso) ed è stata soppressa la zona 6924 di San Dorligo della Valle che divideva la sezione censuaria 24 con la zona 6928 (che nella nuova zonizzazione la ricomprende per intero). La zonizzazione complessiva finale 2019 computa dunque in 147 zone interne (ed in particolare 85 zone per il Comune di Trieste, 19 zone per il Comune di Duino Aurisina, 3 zone per il Comune di Monrupino, 16 zone per il Comune di Muggia, 13 zone per il Comune di San Dorligo della Valle e 11 zone per il Comune di Sgonico) e 9 portali (dei quali 7 esterni corrispondenti con la principale viabilità di accesso al territorio provinciale: Cartiere del Timavo, Lisert, Fernetti, Lipizza, Pese, Rabuiese, Lazzaretto; e 2 interni corrispondenti, rispettivamente, con la stazione ferroviaria centrale di Trieste

e con l'autostazione di Trieste). La Figura 1 rappresenta un estratto della zonizzazione dell'area di studio, propedeutica all'analisi della domanda.

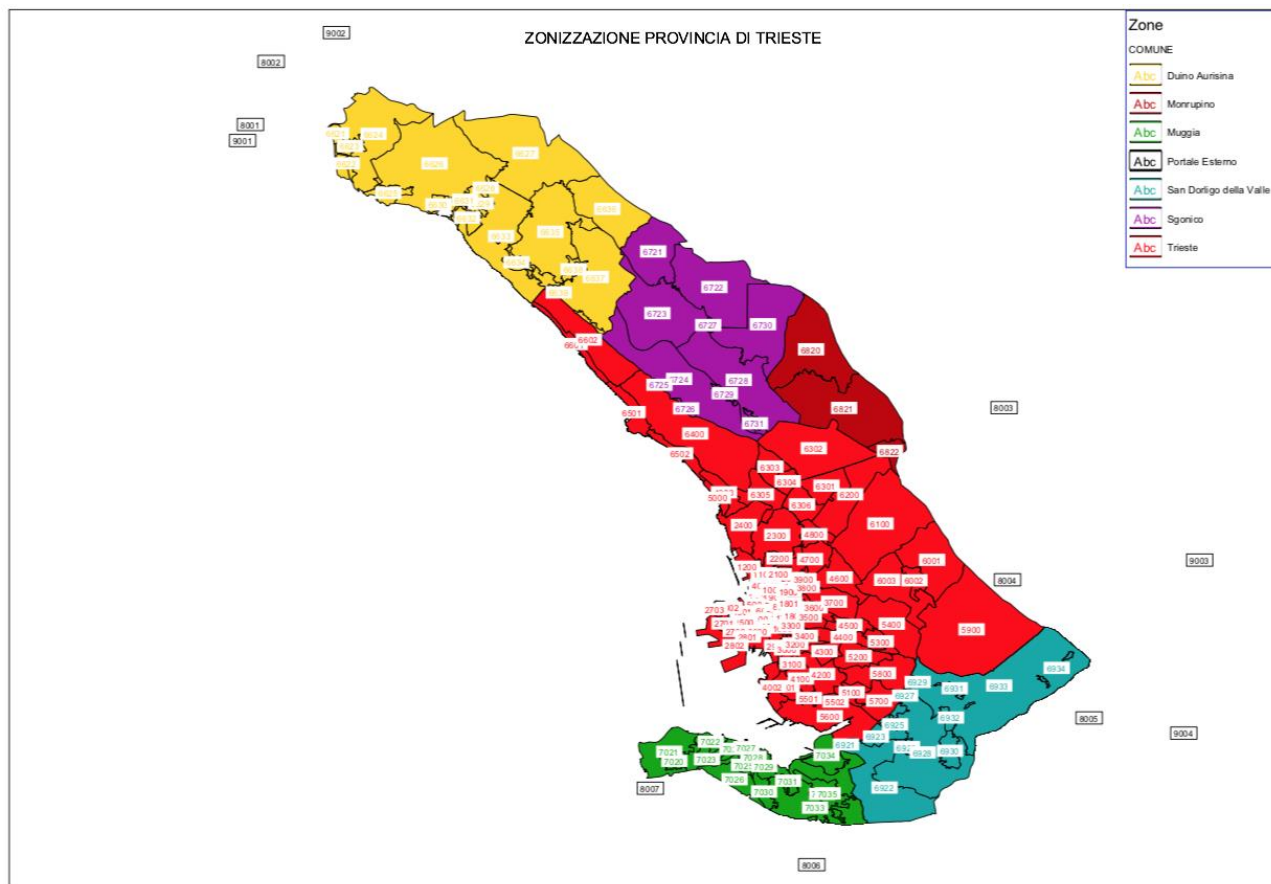


Figura 1 – Zonizzazione dell'area di studio

Il modello è stato calibrato con dati aggiornati al 2019. Il periodo modellizzato fa riferimento all'ora di punta del mattino (7:30 – 8:30) per il trasporto privato, ed alle due ore di punta (7:00 – 9:00) per quanto riguarda la modellizzazione della rete del TPL.

Il grafo completo (Figura 2) è stato costruito a partire dal grafo in dotazione all'Amministrazione Comunale di Trieste, ed allargato e infittito per consentire l'analisi di tutta l'area di studio (in coerenza con le indagini O/D) e la modellizzazione dell'offerta e della domanda del TPL su gomma nell'area. Nel modello è stato caricato l'intero programma di esercizio del trasporto pubblico locale offerto su gomma dall'azienda Trieste Trasporti S.p.A, riferito al Piano di Esercizio invernale 2019-2020.

Il modello di esercizio del TPL è stato dedotto dal file in formato *General Transit Feed Specification*, GTFS, reso disponibile da Trieste Trasporti. Il database dei servizi su gomma si compone complessivamente di 1.408 fermate e di 15.652 corse appartenenti a 59 linee che si distribuiscono sul territorio attraverso 655 distinti istradamenti. Il database fornito è relativo a circa 8 mesi di esercizio (periodo compreso tra 01/11/2019 ed 13/06/2020), pertanto sono anche state estratte e

caratterizzate le corse relative al solo servizio di un giorno tipo (mercoledì 15 gennaio 2020) che ammontano ad un totale di 5.839 corse su gomma. Il database si completa anche con la linea Marittima 01M Trieste Muggia (10 coppie di corse nel giorno feriale tipo). La fase di caricamento sul modello VISUM dei percorsi da fonte GTFS è avvenuta sul grafo preesistente (grafo condiviso con il trasporto privato), avendo cura di verificare la correttezza degli istradamenti.

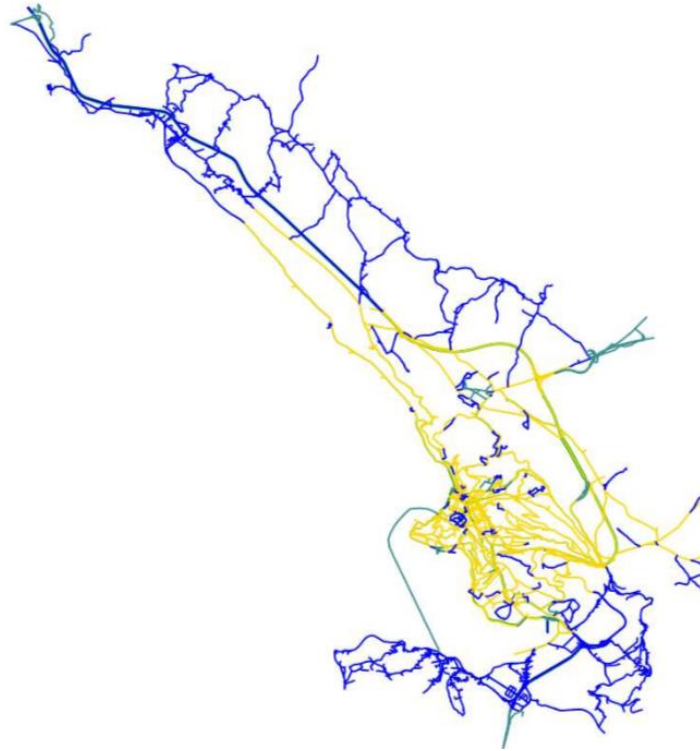


Figura 2 – Grafo della rete dell'area di studio – in giallo gli archi del modello originale in dotazione al Comune di Trieste, in azzurro e verde gli archi aggiunti per la modellizzazione della mobilità dell'area di studio

2.3 Modello a Quattro Stadi

Il modello multimodale è stato sviluppato secondo una struttura tipica a quattro stadi per la calibrazione e validazione di ciascun sotto-modello con i dati più recenti a disposizione. La generazione e la distribuzione della domanda sono state condotte con la costruzione delle matrici O/D per il trasporto privato e pubblico, sulla base dei dati ricavati dalle indagini O/D e di dati ISTAT di supporto. Il periodo modellizzato è quello dell'ora di punta della mattina (7:30 – 8:30) per il trasporto privato, la doppia ora di punta (7:00 – 9:00) per il Trasporto Pubblico con coefficiente di passaggio all'ora di punta pari a 0,56.

2.3.1 Generazione e Distribuzione del Trasporto Privato

La matrice O/D dei Mezzi Leggeri nell'ora di punta del mattino è stata ricostruita attraverso la procedura di seguito descritta. Sono state elaborate le interviste a domicilio somministrate a circa

800 famiglie, per circa 1.700 componenti e 5.500 spostamenti nella giornata per vario motivo e con vario mezzo. Tali interviste sono state tutte geo-referenziate, in origine e destinazione, rispetto alla zonizzazione adottata e rispetto al mezzo (privato, TPL gomma o ferro, a piedi e bici). Dalle interviste sono stati estratti i seguenti 935 spostamenti effettuati in ora di punta del mattino classificandoli in:

- *537 primi spostamenti del giorno effettuati in ora di punta del mattino per motivo di studio o lavoro (confrontabili con l'Istat);*
- *202 primi spostamenti del giorno effettuati in ora di punta del mattino per altro motivo;*
- *256 spostamenti successivi al primo, ma comunque effettuati in ora di punta del mattino.*

I «primi spostamenti» registrati con le interviste a domicilio in ora di punta (somma di tutti motivi) sono dunque 739, che rispetto al numero di intervistati «validi» (pari a 1.683) rappresentano il 44%. Tale valore rappresenta il grado di emissività delle zone ed in particolare il rapporto tra numero di residenti e spostamenti emessi nell'ora di punta del mattino. Noto tale valore, per le zone nelle quali sono state effettuate interviste con primi spostamenti in ora di punta del mattino (59 zone di Trieste rispetto alle 85 zone di Trieste complessive) si è proceduti all'espansione di tali relazioni O/D in modo che essa computasse, in termini di spostamenti, un valore pari al 44% dei residenti delle zone interessate.

Gli spostamenti successivi al primo hanno subito la stessa espansione del proprio primo spostamento. Per validare la procedura sono stati confrontati, il totale degli spostamenti emessi in ora di punta secondo la matrice Istat con quelli computati con l'espansione delle interviste a domicilio (Figura 3). Entrambi i valori si riferiscono al totale in ora di punta (qualsiasi mezzo).

È stata così generata la matrice degli spostamenti in ora di punta, espansa rispetto ai residenti, ricavata dalle interviste a domicilio. Parallelamente è stata generata una matrice base Istat come aliquota della matrice Istat complessiva (tutti i modi). Tale coefficiente, pari a 0,54 rappresenta il rapporto tra gli spostamenti Istat di sola andata rilevati tra le 7:15-8:15 (fascia più «simile» a quella di punta 7:30 – 8:30) e gli spostamenti complessivi (la distinzione Istat per modo si evince dal dato Istat Comune – Comune).

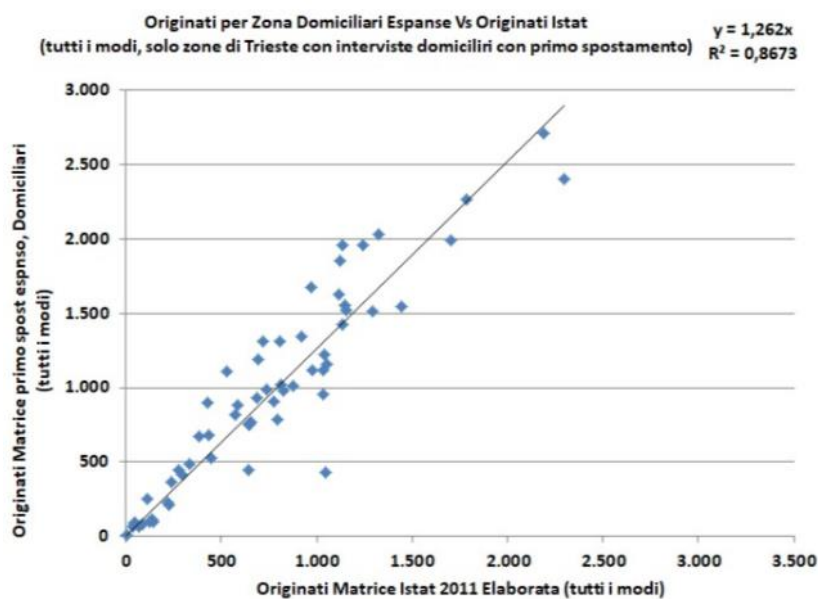


Figura 3 - Correlazione tra gli spostamenti da fonte domiciliari espansi ed i residenti

La matrice Istat base dell'ora di punta è stata aggiunta alla matrice delle interviste a domicilio secondo le seguenti due «regole»:

- per il solo modo privato è stata aggiunta la matrice Istat (mezzo privato) alla matrice delle interviste a domicilio per la componente riguardante tutte le zone in origine nelle quali il numero di intervistati che hanno effettuato il primo spostamento in ora di punta con mezzo privato è assente o poco significativo;
- per tutti gli altri modi (TPL, piedi e bici) è stata aggiunta la matrice Istat (del mezzo relativo) alla matrice delle interviste a domicilio per la componente riguardante tutte le zone in origine nelle quali il numero di intervistati in ora di punta è nullo.

Dalla matrice così definita (mix tra interviste a domicilio espansi e pendolarismo Istat) è stata estratta la componente mezzo privato. Dalla matrice dei veicoli leggeri così assegnata sono state estratte le «sub matrici» intercettate in corrispondenza di 19 sezioni cordonali nelle quali sono state somministrate interviste ai conducenti dei veicoli leggeri. In particolare, presso queste sezioni sono state somministrate la mattina 1.628 interviste valide espansi su un flusso complessivamente intercettato in ora di punta del mattino pari a 7.350 veicoli (per un tasso di campionamento pari al 22% circa ed un coefficiente di espansione medio pari a 4,51 (7.350 veicoli /1.628 interviste). Le «sub matrici» estratte dal modello in quanto in transito presso le 19 sezioni cordonali sono state «sostituite» dalle omologhe «sub matrici» ricavate dalle interviste cordonali.

La matrice complessiva così ottenuta è stata sottoposta ad una procedura di correzione di tipo *TFlow Fuzzy* in ambiente PTV VISUM sulla base dei conteggi sulle sole sezioni non oggetto di interviste cordonali (130 sezioni rilevate rispetto alle 149 complessive). L'esito della procedura di calibrazione

della matrice dei Mezzi Leggeri, pari 35.826 spostamenti in ora di punta del mattino, è riportato nella Figura 4.

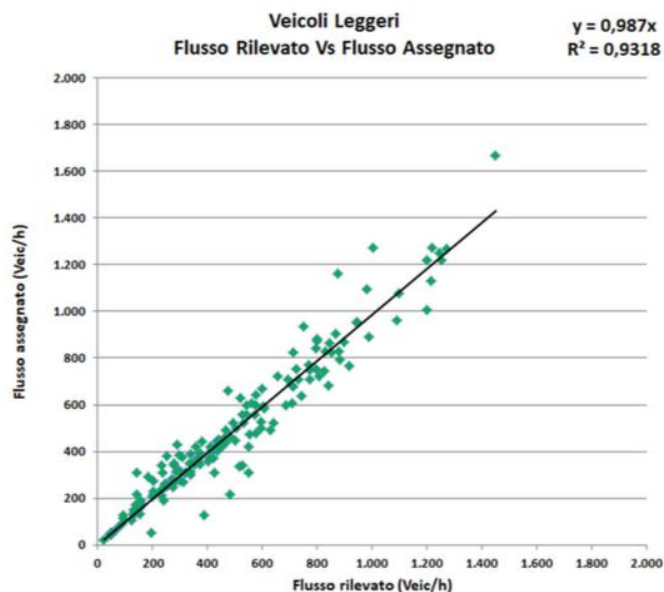


Figura 4 - Calibrazione della matrice dei veicoli leggeri ora di punta del mattino (7:30 – 8:30)

2.3.2 Generazione e Distribuzione del Trasporto Pubblico Locale

La matrice O/D del TPL nell'ora di punta del mattino è stata ricostruita attraverso la procedura di seguito descritta. Sono state geo-referenziate rispetto alla zonizzazione adottata le interviste a domicilio e quelle alle fermate.

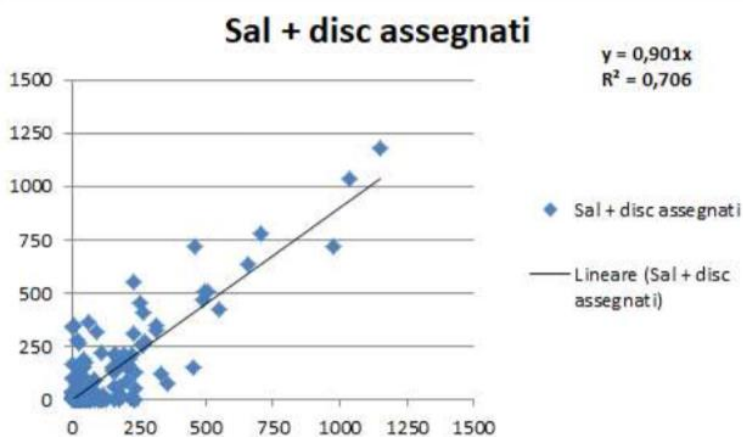


Figura 5 - Calibrazione della matrice del TPL nelle ore di punta del mattino (7:00 – 9:00)

Alla matrice costruita da tali interviste, elaborate individuando quelle dell'ora di punta del mattino opportunamente espanso rispetto ai residenti della zona di origine ed al coefficiente di emissione in

ora di punta, pari a 0,44, è stata aggiunta, per le zone non coperte da interviste in origine, la matrice Istat, sempre riferita alla zonizzazione adottata.

La matrice determinata come sopra, mix tra le interviste a domicilio, quelle alle fermate e il pendolarismo di fonte Istat, è assegnata al modello e successivamente corretta con procedura *TFlow Fuzzy* in ambiente PTV VISUM sulla base dei conteggi dei saliti e discesi in ora di punta (143 fermate che computano, complessivamente, 10.229 saliti e 8.853 discesi fascia di punta del mattino). L'esito della procedura di calibrazione della matrice dei TPL ha portato alla definizione di una matrice pari a 33.146 spostamenti nella fascia di punta del mattino compresa tra le 7:00 e le 9:00. Il grado di affidabilità delle stime è riportato nella Figura 5.

2.3.3 Scelta Modale

Il modello multimodale descritto consente di supportare il modello di ripartizione modale da adottare in fase di sviluppo degli scenari di progettazione. Per la fase della Scelta Modale stato sviluppato un modello di ripartizione modale di tipo Logit binomiale privato (con coefficiente di occupazione dedotto dalle interviste pari a 1,32) e pubblico (coefficiente di passaggio da biorario a orario pari a 0,56) calibrato sia per forma aggregata (confronto tra il totale delle matrici di input e output) che per singola relazione. Tale modello è caratterizzato da funzioni di costo che tengono conto del costo generalizzato del viaggio dedotto in funzione delle seguenti variabili:

- *per l'auto: distanza di viaggio, tempo di viaggio, costo chilometrico, costo del parcheggio a destinazione;*
- *per il mezzo pubblico: tempo a piedi per giungere alla fermata di inizio viaggio, tempo di attesa, tempo di viaggio a bordo, eventuale tempo di attesa al trasbordo e tempo a piedi per giungere a destinazione dalla fermata di fine viaggio, costo del titolo di viaggio.*

Le variabili sopra elencate, tutte dedotte direttamente dagli indicatori di output del modello di assegnazione del modello, sono state trasformate in costo generalizzato attraverso opportuni coefficienti che tengono conto, ad esempio, del valore del tempo di viaggio (VOT), del costo chilometrico degli spostamenti in auto e del costo del titolo di viaggio per il TPL (fisso o chilometrico).

La procedura è stata implementata in ambiente PTV VISUM per la calibrazione rispetto allo scenario attuale, ed è automaticamente disponibile negli scenari di progetto al fine di stimare la diversione modale a seguito di qualsiasi intervento sull'offerta privata e/o pubblica. Nel processo di calibrazione del modello Logit, sono state per prima cosa definite le funzioni di costo del mezzo privato (in funzione della distanza e del costo della sosta a destinazione) e del mezzo pubblico (in funzione del costo del biglietto); successivamente sono state definite le utilità in funzione del costo monetario e del tempo di viaggio (dato fornito in output dal modello). Al trasporto pubblico è stata aggiunta una

variabile ulteriore che tiene conto dell'effettivo uso del TPL (Beta TPL). Questa variabile «misura» per ogni relazione del modello nella quale i due modi sono in competizione, l'effettivo utilizzo del TPL rispetto alle funzioni di costo ed al tempo di viaggio. Essa rappresenta quindi la «resistenza» all'uso del TPL pur in presenza di una convenienza del costo generalizzato (tempo + costo economico). Nella prima parte del procedimento di calibrazione sono stati stimati i coefficienti Beta delle funzioni di utilità in forma aggregata (riportati nella descrizione della formulazione precedente). In tale procedura il coefficiente Beta TPL, costante per tutte le relazioni del modello, è risultato pari a -1,137. La procedura di calibrazione ha portato ad un valore R^2 relativo alla quota privata risulta pari a 0,9407 (con coefficiente della x pari a 0,758), mentre il valore R^2 relativo alla quota del trasporto pubblico è risultato pari a 0,6363 (con coefficiente della x pari a 0,869). Il modello, come illustrato nella Figura 6, mostra un R^2 complessivo pari a 0,845 (con coefficiente della x pari a 0,777).

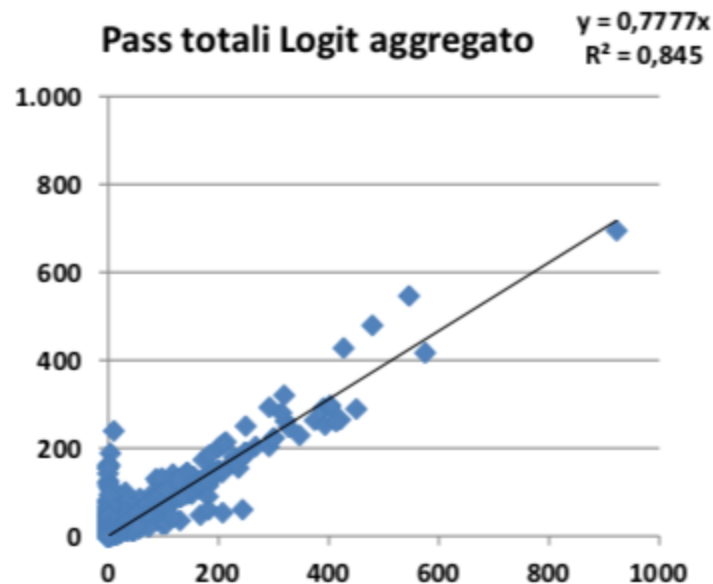


Figura 6 – Grado di correlazione complessiva del modello Logit.

2.3.4 Scelta del Percorso

Il modello multimodale è stato quindi utilizzato per assegnare le matrici dei mezzi privati e del TPL sulla rete. In particolare, la matrice del Trasporto Privato è stata assegnata al modello di simulazione sulla rete già «caricata» con i mezzi pesanti assegnati (coefficiente di equivalenza con i veicoli leggeri pari a 3). In tale modo i veicoli leggeri si «muovono sulla rete» trovando un «precarico» dovuto ai mezzi pesanti (che a loro volta, invece, sono stati assegnati a rete libera). La matrice del TPL è stata assegnata alla rete secondo una procedura di assegnazione ad orari, in coerenza alla disponibilità dei dati di offerta di input da *feed* GTFS.

2.4 Proiezione delle Matrici O/D

Si è ipotizzato che tutte le trasformazioni urbanistiche da Piano Regolatore, Piano del Commercio e Porto Vecchio siano traguardate al 2025. Nello sviluppo degli scenari di simulazione la domanda di mobilità subisce un incremento, invariante per tutti gli scenari, a seguito della attuazione degli interventi urbanistici da PRGC, Piano del Commercio e Porto Vecchio. La quantificazione dell'incremento di domanda parte dalla stima del traffico indotto, associato a ciascuno di questi interventi. Per il Porto Vecchio tale stima è stata calcolata sulle previsioni di sviluppo dell'area (riferimento alla Variante del PRGC – Accordo di Programma Porto Vecchio), nel caso degli altri interventi è stata dedotta in relazione al carico urbanistico ed alla destinazione d'uso espressa in veicoli/h pesanti e leggeri (quest'ultimi convertiti in pax/h attraverso l'indice di occupazione pari a 1,32) generati ed attratti. Ad ogni intervento è stata associata, in relazione all'ubicazione sul territorio, la relativa zona di traffico. I passeggeri sono stati ripartiti in passeggeri su veicoli leggeri ed in passeggeri su TPL in relazione al rapporto tra queste due quantità già note sia in origine che in destinazione per le varie zone (per Porto Vecchio, che è una nuova zona di traffico alla quale è stato attribuito il numero 9000, si è ipotizzata una ripartizione pari a quella complessiva di tutte le zone del Comune di Trieste).

Ai carichi indotti si deve aggiungere la quantità di mezzi pesanti indotti, stimata complessivamente in 212 veicoli/h, ed attribuiti alle varie zone in relazione alle destinazioni d'uso. Questa procedura porta, dunque, ad ipotizzare che i nuovi interventi si comportino, in termini di ripartizione modale degli spostamenti indotti, esattamente come le zone nelle quali sono inseriti (nel caso di Porto Vecchio si è ipotizzata una ripartizione modale analoga a quella di tutto il territorio comunale di Trieste). In sostanza si ipotizza, in questa prima fase, che gli interventi si attuino a condizioni di offerta attuale invariata. Così facendo le matrici O/D risultanti dagli incrementi (espresse in veicoli leggeri, veicoli pesanti e passeggeri TPL) potranno essere sommate alle corrispondenti matrici attuali, determinando le nuove matrici "base" dello scenario di riferimento. Tali nuove matrici "subiranno" gli effetti della variazione di offerta in termini di diversione modale. E' necessario, infatti, dapprima "trasformare" gli spostamenti indotti in matrici O/D. Ancora una volta si ipotizza che i nuovi carichi urbanistici si comportino come le zone di traffico nelle quali sono ubicati, andando dunque ad incrementare, in maniera proporzionale all'attuale, le singole relazioni O/D (per la zona di Porto Vecchio si è ipotizzato che tutte le altre zone del modello producano relazioni verso questa zona in maniera proporzionale al grado di emissioni ed attrazione complessivo attuale).

Per gli interventi di trasformazione urbanistica, la procedura utilizzata è quella proposta dall'*Institute of Transportation Engineers* (ITE) che permette la stima dei flussi di traffico addizionali, indotti dagli interventi urbanistici, a seconda del tipo di destinazione ed uso del suolo (Land Use) all'interno del Manuale Trip Generation (8th Edition).

Per lo Sviluppo del Porto Vecchio sono stati utilizzati dati analoghi provenienti dalle ipotesi di insediamento in fase di inserimento nella Variante al PRGC (maggio 2020).

2.5 Modellizzazione della Rete nello Scenario di Riferimento

Nello scenario di riferimento il modello assegna la domanda di mobilità attuale incrementata a seguito dell'attuazione degli interventi urbanistici descritti in precedenza. L'incremento della domanda, quantificabile tra l'8 ed il 10%; riguarda sia i veicoli privati (leggeri e pesanti), che il TPL. L'offerta, invece, si modifica nella sola componente infrastrutturale stradale, relativamente ad interventi di carattere locale (Porto Vecchio, Cattinara, la Maddalena e l'ex Fiera). Nel modello è stata inserita la nuova zona 9000 in corrispondenza del comparto di Porto Vecchio. L'assegnazione sul modello delle matrici incrementate determina un generale aumento dei flussi (sia privati che passeggeri) soprattutto nella zona di Porto Vecchio proprio a causa del carico indotto dalla nuova zona 9000, pari a circa un terzo della domanda aggiuntiva.

La modellizzazione della rete viaria, copre tutto il Comune di Trieste, i Comuni dell'Unione Territoriale (UTI) quali Sgonico, Duino-Aurisina, Monrupino, San Dorligo della Valle - Dolina e Muggia, fino ai confini nazionali con la Slovenia ed al confine con la Provincia di Gorizia. La rete comunale fa riferimento allo stato di fatto di dicembre 2019.

Per quanto riguarda la zona di espansione del Porto Vecchio, che ricade nel centro del corridoio trasportistico analizzato, considerato che la viabilità attuale di ingresso/uscita e penetrazione è stata realizzata per quanto riguarda l'ingresso/uscita nord ed è in fase di progettazione per quanto riguarda l'ingresso/uscita sud, il modello tiene conto dell'espansione potenziale ipotizzando le seguenti due connessioni:

- 1. Connessione dal centro potenziale degli spostamenti dell'area del Porto Vecchio con la rotatoria di viale Miramare (ingresso nord);*
- 2. Connessione dal centro potenziale degli spostamenti dell'area del Porto Vecchio con l'asse delle Rive (ingresso sud).*

3 ANALISI DELLA DOMANDA SULLA CABINOVIA

3.1 Domanda di Progetto sulla Cabinovia

A valle della modellizzazione della rete di trasporto e della domanda, il modello multimodale restituisce i valori di passeggeri stimati sull'infrastruttura di progetto. Si precisa che la linea della Cabinovia è stata implementata nel modello analogamente ad una linea del TPL, avente caratteristiche di tempo di percorrenza, tempi di trasbordo (eventuali) e costo del biglietto.

Si riportano i diagrammi di carico e le valutazioni sulla saturazione per tratta nelle due direzioni dell'infrastruttura in progetto. Ai fini del calcolo della saturazione si fa riferimento alla capacità in esercizio, pari a 1.530 pass/ora/direzione. La capacità massima dell'impianto è di 1.800 pass/ora/direzione. La Figura 7 presenta il diagramma di carico per direzione nell'ora di punta del mattino (7:30 – 8:30). I valori si riferiscono ai passeggeri a bordo per ciascuna tratta e per direzione. I valori di saturazione per tratta sono riportati nella Tabella 1.

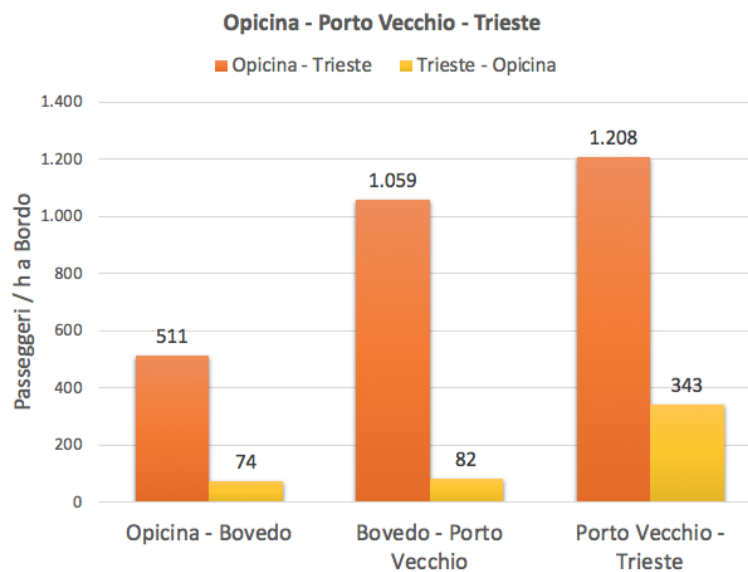


Figura 7 – Diagramma di carico – Infrastruttura di progetto

La domanda dell'ora di punta (1.409 passeggeri/ora) è stata valutata diminuendo del 15% la domanda totale calcolata, per tenere conto di effetti di adattamento e di incremento dell'utenza nei primi anni di esercizio (Ramp-up). Il coefficiente di passaggio da ora di punta a giorno viene considerato pari a 9 (in funzione delle analisi del rapporto tra flusso nell'ora di punta e flusso giornaliero ottenuto dalla campagna di rilevazione dati del 2019). La capacità effettiva dell'impianto viene posta pari all'85% di quella teorica (1.800 passeggeri/h/direzione), quindi pari a circa 1.530 passeggeri/h/direzione. La linea intercetta infine un corridoio di domanda potenziale di 8.146 residenti, e di un potenziale attrattivo di circa 2.688 addetti¹.

Tabella 1 – Saturazione per tratta

Saturazione		
Tratta	Flusso (pass/h)	Saturazione (%)
Trieste - Porto Vecchio	343	22%
Porto Vecchio - Bovedo	82	5%
Bovedo - Opicina	74	5%
Opicina - Bovedo	511	33%
Bovedo - Porto Vecchio	1059	69%
Porto Vecchio - Trieste	1208	79%

3.1.1 Saliti/Discesi

Le tabelle seguenti presentano i risultati relativi ai saliti ed ai discesi nelle fermate in progetto, per direzione, nell'ora di punta del mattino. Il totale della domanda risulta pari a 1.658 passeggeri/ora, che è stata ridotta del 15% per tenere conto di effetti di adattamento e di incremento dell'utenza nei primi anni di esercizio (Ramp-up), ottenendo quindi il valore finale di 1.409 passeggeri/ora.

Tabella 2 – Saliti e Discesi – Direzione Trieste

Direzione Trieste		
Fermata	Saliti	Discesi
Opicina	511	0
Bovedo	576	29
Porto Vecchio	198	49
Trieste	0	1208
Totale	1286	1286

¹ Dato stimato dal rapporto Urbes 2015 - ISTAT

Tabella 3 – Saliti e Discesi – Direzione Opicina

Direzione Opicina		
Fermata	Saliti	Discesi
Trieste	343	0
Porto Vecchio	11	271
Bovedo	18	27
Opicina	0	74
Totale	372	372

3.1.2 Flussi sulla rete di progetto

Di seguito una cartografia (Figura 8) che riporta i flussi sulla linea di progetto nell'ora di punta del mattino. Non essendo interessato alcun arco stradale si riporta soltanto l'indicazione dei flussi orari di passeggeri per la parte di mobilità sistematica.

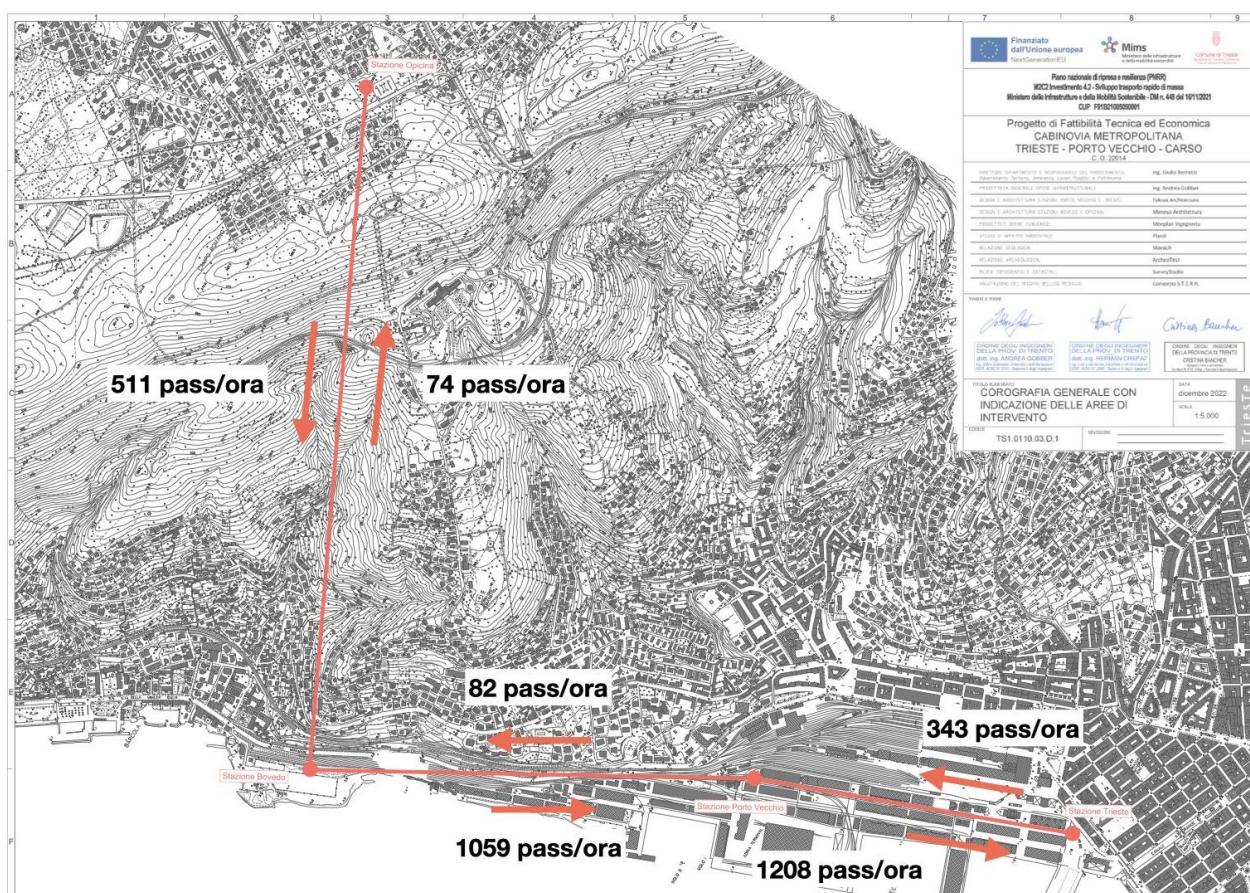


Figura 8 – Flussogramma passeggeri / ora di punta per direzione della cabinovia di progetto

La stazione di monte di Opicina è stata leggermente spostata rispetto alle ipotesi iniziali; in questa fase è collocata in una posizione più centrale rispetto alle direttrici della mobilità, a ridosso delle attuali fermate del TPL di via Nazionale, della SP 35 che consente un facile collegamento con l'Autostrada e con la futura rete della mobilità dolce sul Carso. A fronte di un modesto allungamento del tempo di viaggio rispetto alla posizione originaria, il nuovo capolinea di monte è configurato per essere a tutti gli effetti un nuovo "Hub" intermodale della mobilità cittadina.

Per come è stata modellizzata la domanda di mobilità, il totale dei passeggeri previsto nell'ora di punta della mattina è circa pari a quello che poi percorrerà il tragitto della Cabinovia nel percorso di ritorno nell'ora di punta della sera, per spostamenti sistematici. In questo senso si spiega il disequilibrio dei flussi in Figura 8 nelle due direzioni di marcia.

3.2 Ipotesi di Calcolo

Il passaggio tra flussi/passeggeri nell'ora di punta a giorno si effettua tramite un fattore che deriva dalla letteratura scientifica, che prescrive, sia per il Traffico Giornaliero Medio² (TGM) che per studi relativi a trasporti pubblici di massa³, un valore variabile da 9 a 12. Nel caso in esame, il valore scelto è stato 9; tale valore deriva da conteggi veicolari nell'area di studio che portano ad una stima del traffico giornaliero medio dalle ore 7 alle 21 (orario di esercizio della cabinovia) pari al 90% del traffico totale giornaliero sulle 24 ore. In questo caso, quindi, considerando il valore minimo fornito dal Manuale HCM ($k\text{-factor} = 0,1$) si ottiene un fattore di passaggio da ora di punta a giorno pari a 10 che, diminuito del 10% per tenere conto della sola componente diurna, si stabilizza a 9. Ulteriori ipotesi sul calcolo della domanda potenziali derivano dalle seguenti considerazioni:

- 1. I passaggi nei giorni festivi sono stati ridotti del 40%; tale valore cautelativo, pur non essendo previsto dalla teoria, è stato inserito in quanto gli spostamenti nei giorni festivi possono essere influenzati dalle condizioni meteo rispetto ai giorni feriali;*
- 2. I passaggi totali annui sono stati ulteriormente ridotti del 15% per fattori legati ad imprevisti, al tempo di adattamento alla nuova infrastruttura, ad anomalie non preventivabili; il tutto in un'ottica di sostenibilità e di un dimensionamento a favore di sicurezza;*
- 3. La domanda indotta dai turisti, pari al 10% della domanda totale, è stata cautelativamente inserita tra gli spostamenti sistematici, anche se nella realtà sarà una percentuale aggiuntiva.*

Il calcolo dell'offerta da modello è stato effettuato dai tracciati GTFS di input. La capienza media del singolo veicolo è stata considerata pari a 75 posti, in accordo con il parco rotabile di Trieste Trasporti.

² *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, Washington, D.C. 2000

³ Grimaldi, Raffaele & Laurino, Antonio & Beria, Paolo. (2010). *The choice between bus and light rail transit: a stylised cost-benefit analysis model*. University Library of Munich, Germany, MPRA Paper.

Il calcolo dell'offerta annua (al netto delle percorrenze tecniche), sono stati considerati i km di percorrenza da *feed* GTFS costanti per tutti gli scenari.

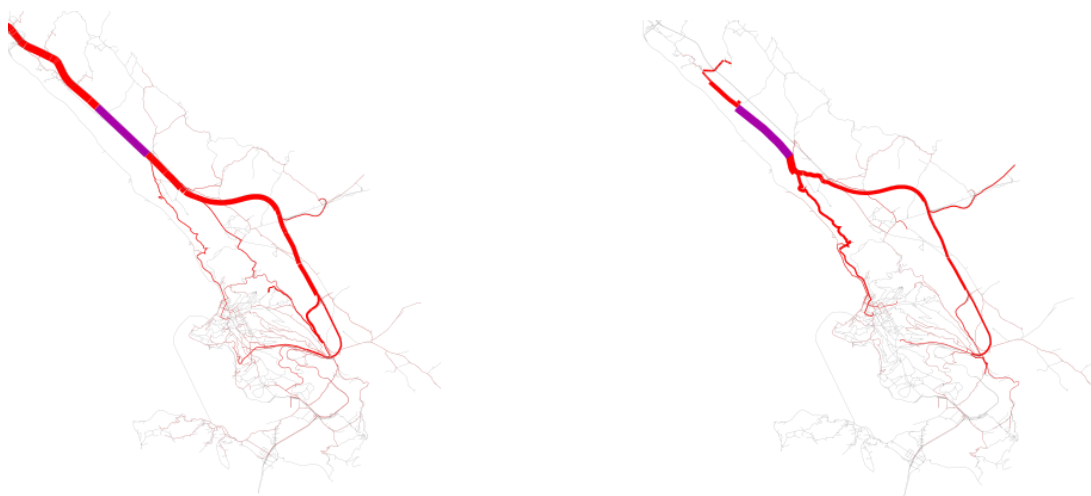
Per le percorrenze annue relative al trasporto privato, è stato considerato un coefficiente di passaggio tra giorno ed anno pari a 300, in coerenza con le previsioni del TPL.

L'estensione della rete infrastrutturale allo stato attuale, di riferimento e di progetto varia soltanto in virtù dell'intervento di progetto (km). La rete dei servizi varia in funzione degli scenari di riferimento e di progetto, includendo l'intervento di Progetto e le variazioni/accorpamenti di rete in accordo con gli strumenti di pianificazione. I dati del parco veicolare sono stati ricavati dalla carta dei servizi di Trieste Trasporti⁴.

La base dati di riferimento è quella del PUMS (2019) che, per coerenza metodologica e per coerenza con la documentazione di progetto originaria, non è stata modificata soprattutto a livello di rete di Trasporto Pubblico Locale.

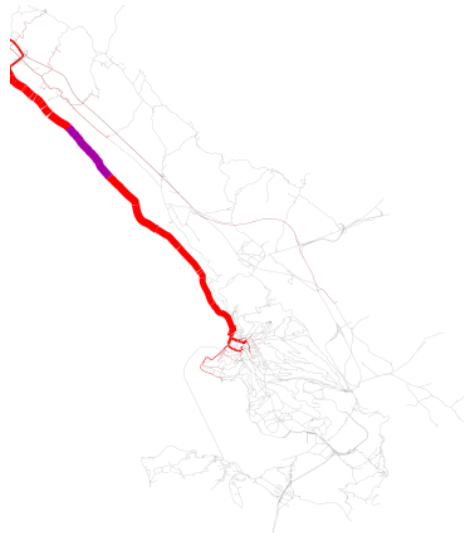
3.3 Origine e Composizione dei Flussi Indotti dal Progetto

Sebbene l'area di studio/influenza del progetto ricada su tutta l'area metropolitana di Trieste, è opportuno considerare la percentuale di veicoli tolti dalla rete stradale non sulla totalità degli spostamenti nell'area, ma rapportata agli effettivi flussi veicolari che intercetta e per la quale è progettata, riferiti all'Ingresso Nord a Trieste. In relazione alla tematica di accesso Nord alla città di Trieste, si propongono quattro elaborazioni (Figura 9) dell'origine e della destinazione dei flussi in arrivo attraverso le tre direttrici principali (Autostrada, Provinciale del Carso, Strada Costiera) e dalla Zona di Ferneti – Slovenia.



⁴ https://www.triestetrasporti.it/download/azienda/CartaServizi_TriesteTrasporti_2019_27MAG19.pdf.

Flussi da Nord – Autostrada



Flussi da Nord – Provinciale del Carso



Flussi da Nord – Strada Costiera

Flussi da Nord – Ferneti - Opicina

Figura 9 – Ingresso Nord a Trieste – Composizioni di flusso veicolare attuale

La tratta evidenziata corrisponde alla sezione di indagine (definita come la sezione di interrogazione del database, sulla quale si misurano i veicoli in transito e le rispettive origini e destinazioni), ed i tratti colorati a monte e a valle indicano, rispettivamente, gli itinerari di arrivo e di destinazione dei veicoli privati, nell'ora di punta del mattino. Si nota come chi oggi arriva a Trieste dalla Strada Costiera sia indirizzato verso le zone centrali della città, così come una parte di chi arriva dall'altipiano carsico attraverso la Strada Provinciale e da Ferneti – Slovenia. Chi percorre l'autostrada oggi è diretto principalmente nelle zone a Sud della città. Da ciò si evince che la Cabinovia può intercettare sicuramente una quota parte degli spostamenti in arrivo da Nord, considerando le destinazioni centrali degli utenti e la possibilità di interscambio presso un parcheggio situato in corrispondenza degli itinerari già oggi percorsi dagli utenti (Park Bovedo / Opicina).

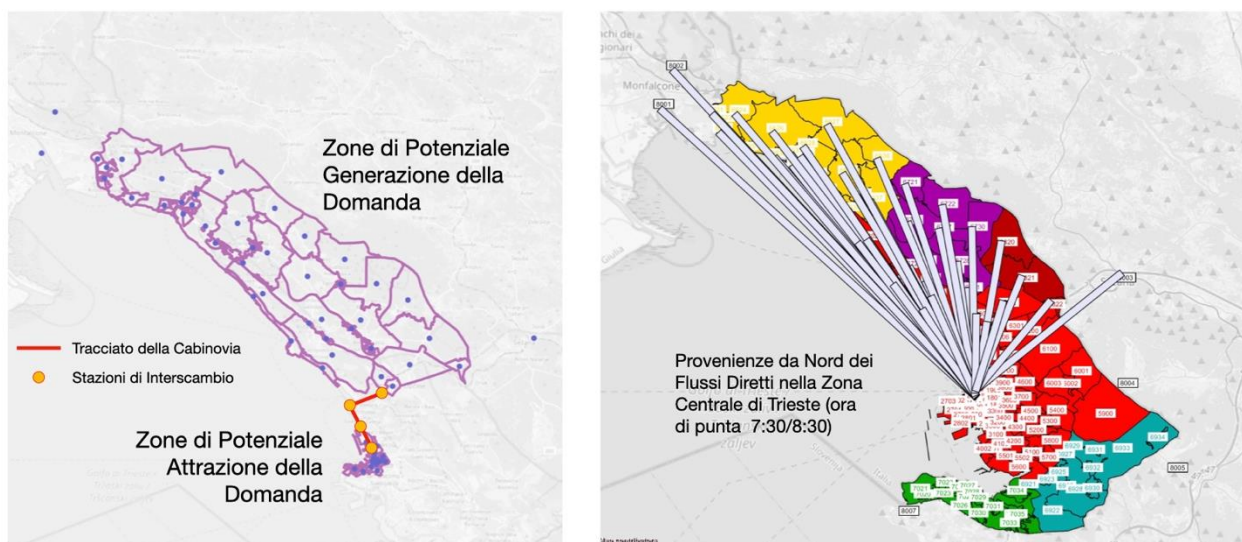


Figura 10 - Generazione ed attrazione della domanda sulla Cabinovia

Come evidenziato nella Figura 10, le zone di potenziale generazione e di attrazione degli spostamenti sulla Cabinovia riguardano (nell'ora di punta della mattina), tutte le zone dell'Altipiano Carsico delimitate a Sud dal tracciato dell'infrastruttura di progetto, ed a Nord dai centroidi di cordone dell'area oggetto di studio. Le aree di attrazione più immediate sono state individuate in quelle prossime alla stazione capolinea di valle (Molo IV), trascurando, a favore di sicurezza, ulteriori spostamenti consentiti con interscambi a valle tra Cabinovia e linee del TPL.

Sono stati quindi scorporate le quote di passeggeri in diversione modale (da privato) e in domanda tendenziale (da TPL) che utilizzano la Cabinovia nei due principali parcheggi di Interscambio, Opicina e Park Bovedo. Le tabelle seguenti offrono la ripartizione percentuale dei passeggeri nei due modi di trasporto principali, come origini degli spostamenti indirizzati nei parcheggi di interscambio. La suddivisione modale originaria (46% da TPL, 44% da Privato) è stata quindi bilanciata dal restante 10% di domanda che è stata calcolata come indotto/turistico. Tale quota è stata quindi inserita nei passeggeri in diversione modale da Auto.

Tabella 4 – Zone di Origine degli Spostamenti destinati all'Interscambio a Park Bovedo

Zona di Origine	Nome Zona Origine	Zona Destinazione	% Pass/ora da Zona da TPr	% Pass/ora da Zona da TPL
4900	Bovedo	Park Bovedo	15%	63%
5000	Barcola - Pineta		5%	21%
6400	Prosecco – Strada del Friuli		17%	-
6502	Barcola		4%	16%

6601	Santa Croce Mare		2%	-
6602	Santa Croce		2%	-
6625	Duino-Aurisina		8%	-
6626	Duino-Aurisina		19%	-
6631	Duino-Aurisina		19%	-
6639	Duino-Aurisina		2%	-
8801	Cartiere del Timavo		2%	-
8002	Lisert		5%	-
Totale Passeggeri Saliti/ora per Modo			311	265
Totale Saliti/ora			576	

Tabella 5 - Zone di Origine degli Spostamenti destinati all'Interscambio a Opicina

Zona di Origine	Nome Zona Origine	Zona Destinazione	% Pass/ora da Zona da TPr	% Pass/ora da Zona da TPL
6200	Banne	Stazione Opicina	3%	14%
6301	Strada per Basovizza		2%	9%
6302	Opicina - Stazione FS		2%	9%
6303	Opicina - Caserme		11%	50%
6304	Opicina – Villa Carsia		2%	9%
6306	Opicina – Vill. Fanciullo		2%	9%
6626	Duino-Aurisina		6%	-
6633	Duino-Aurisina		2%	-
6636	Duino-Aurisina		6%	-
6721	Sgonico		4%	-
6723	Sgonico		5%	-
6724	Sgonico		3%	-
6725	Sgonico		3%	-
6726	Sgonico		3%	-
6727	Sgonico		4%	-
6820	Monrupino		2%	-
6822	Monrupino		2%	-
8801	Cartiere del Timavo		18%	-
8002	Lisert		20%	-
Totale Passeggeri Saliti/ora per Modo			276	235
Totale Saliti/ora			511	

Applicando il coefficiente di occupazione pari a 1,3 (da PUMS), i passeggeri in diversione modale da auto a Cabinovia portano al totale di 452 veh/ora in sosta nei parcheggi di interscambio.

A livello di percentuale di flussi tolti dalla viabilità ordinaria per spostamento modale, si fa quindi riferimento al totale degli ingressi orari misurati sulle tre arterie di ingresso a Trieste da Nord: Strada Costiera (circa 900 veh/h), Provinciale del Carso (circa 200 veh/h) ed Autostrada (circa 1000 veh/h), per un totale di circa 2100 veh/h in entrata a Trieste da Nord. Scorporando la quota di traffico privato che proviene da Opicina con interscambio presso il capolinea di monte (il 10%, circa 45 veh/h), con buona approssimazione si stima che quindi la quota parte di veicoli tolta dalla strada grazie alla Cabinovia sia pari a 405/2100, pari cioè a circa il 19% del totale degli ingressi veicolari da Nord

nell'ora di punta. Tale valore, riferimento all'ora di punta, può essere rapportato al giorno con il coefficiente di trasformazione pari a 9; il dato finale è quindi di una diminuzione di 4050 veicoli/giorno sulla direttrice di ingresso Nord a Trieste.

Si riportano infine anche delle planimetrie con le linee di desiderio dei passeggeri con destinazione i parcheggi di interscambio di Park Bovedo ed Opicina, divisi per diversione modale (auto-Cabinovia) o in domanda tendenziale (da TPL).

- Linee di Desiderio
- Park Bovedo
- Trasporto Privato
- Cabinovia
- Output point layer _Bov
- LDCab-Bov_TPr-%
- 0,02 - 0,05
- 0,05 - 0,09
- 0,12 - 0,16
- 0,16 - 0,19
- Zonizzazione
- Zone
- OpenStreetMap

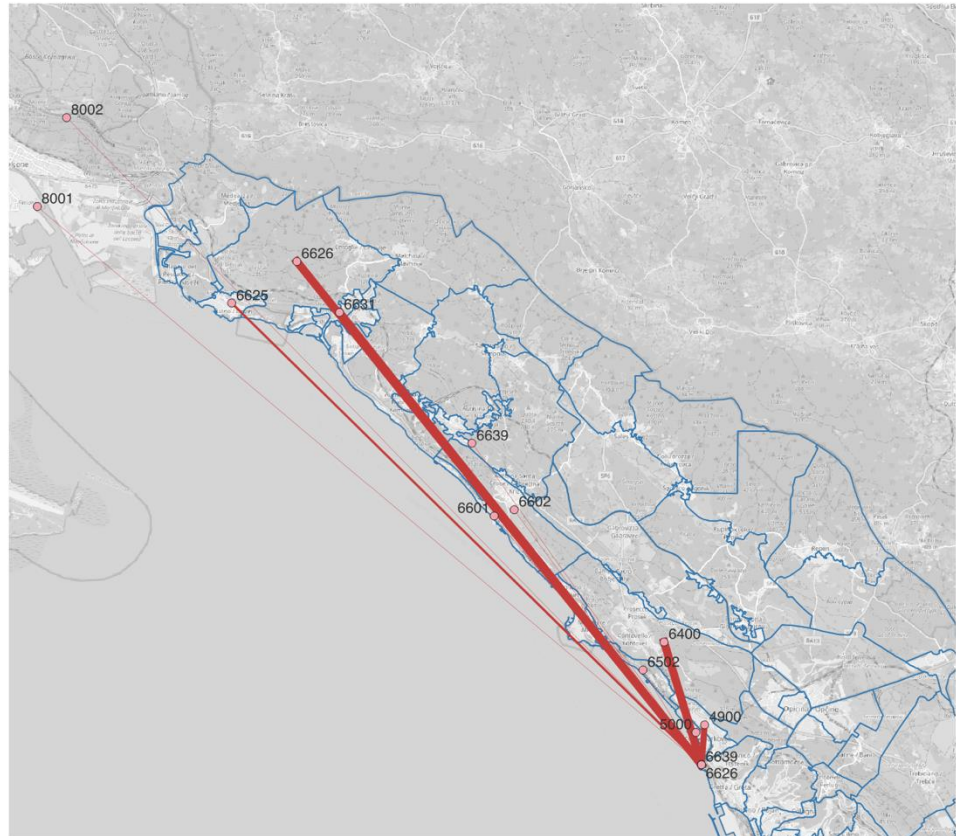


Figura 11 – Linee di Desiderio del Trasporto Privato in diversione modale a Park Bovedo

Linee di Desiderio
Park Opicina
Trasporto Privato

- Cabinovia
 ● Output point layer _Opc
- LDCab-Opc_TPr-%
 — 0,02 - 0,06
 — 0,06 - 0,09
 — 0,09 - 0,13
 — 0,16 - 0,2
- Zonizzazione
 □ Zone
- OpenStreetMap

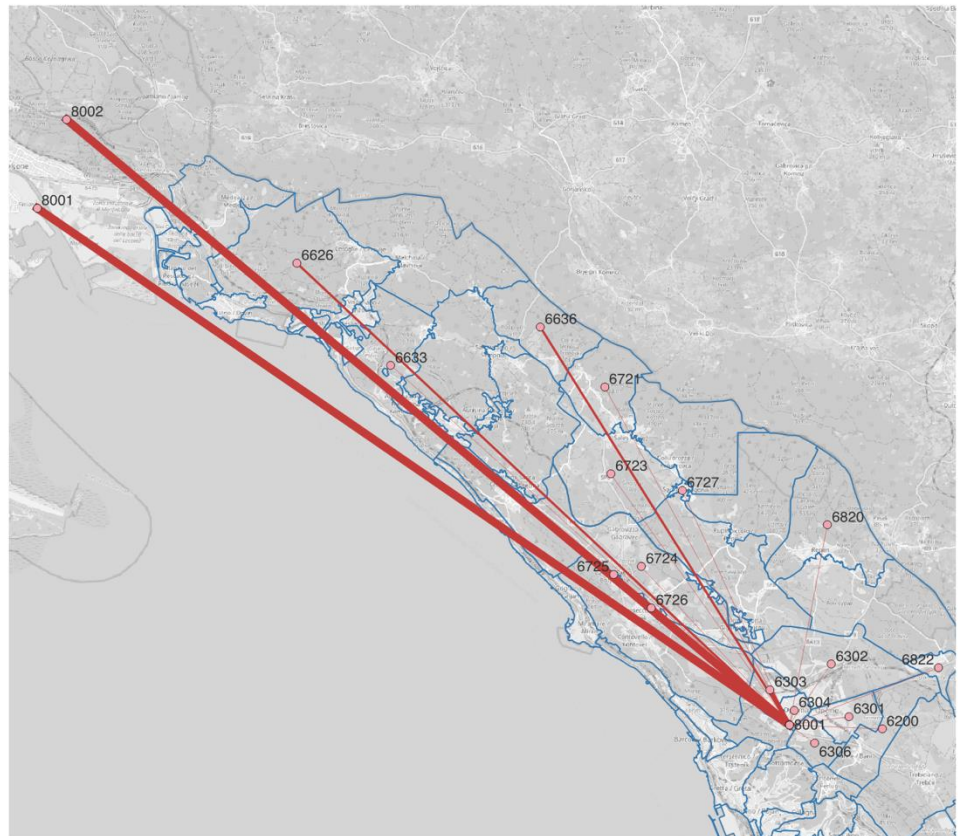


Figura 12 - Linee di Desiderio del Trasporto Privato in diversione modale a Park Opicina

Linee di Desiderio
Trasporto Pubblico

- Cabinovia
 ● Output point layer _Opc
 ● Output point layer _Bov
- LDCab-Bov_TPL-%
 — 0,03 - 0,06
 — 0,12 - 0,15
- LDCab-Opc_TPL-%
 — 0 - 0,02
 — 0,02 - 0,04
 — 0,09 - 0,11
- Zonizzazione
 □ Zone
- OpenStreetMap

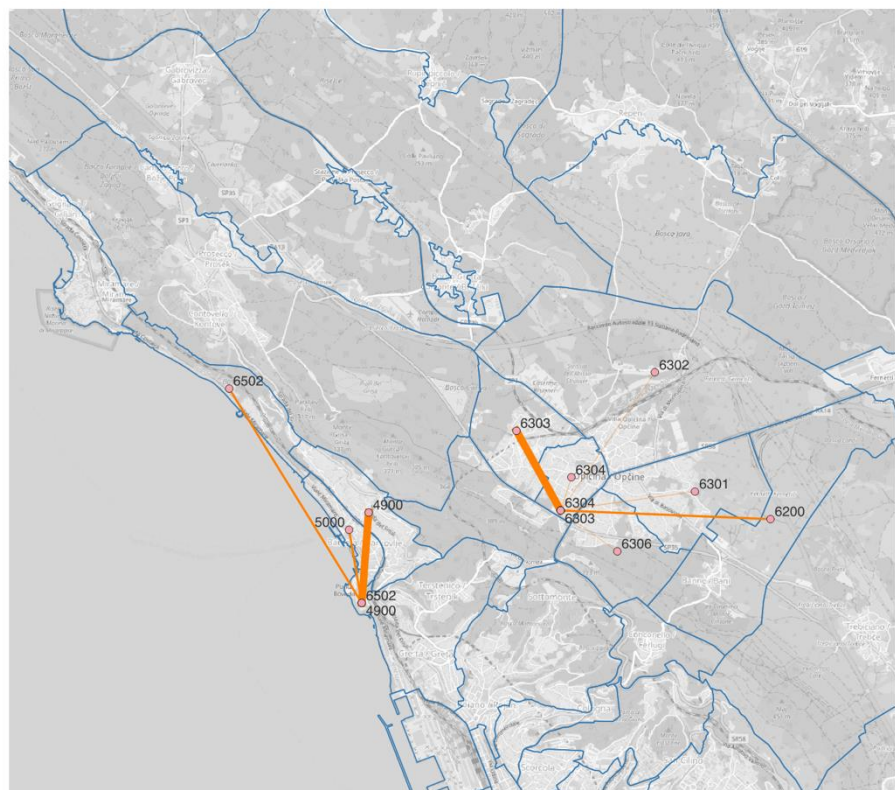


Figura 13 - Linee di Desiderio del Trasporto Pubblico

I dati confermano che il Park Bovedo è utilizzato soprattutto da utenti da mezzo privato e pubblico di corto raggio (Barcola, Bovedo, Strada del Friuli), con alcune percentuali di utenze attuali che già utilizzano la Strada Costiera (provenienti da Duino, soprattutto) che preferiscono utilizzare l'itinerario "basso" rispetto a quello carsico. Il Park di Opicina, come previsto, attrae utenze di largo raggio, oltre a convogliare parte della mobilità carsica (Sgonico, Monrupino ed Opicina) verso l'Interscambio con la Cabinovia.

3.4 Integrazione con il Trasporto Pubblico Locale

Presso il capolinea Nord della Cabinovia è in fase di progettazione un parcheggio di interscambio realizzato nell'attuale area di parcheggio situata sulla S.P. 35 (fronte distributore di carburante). Si tratta di un'area oggi scarsamente utilizzata dove si prevede di ampliare il parcheggio su due livelli (uno sotterraneo) per consentire un veloce interscambio mezzo privato – Cabinovia. Il parcheggio sarà poi collegato all'area del Quadrivio da un percorso ciclo-pedonale protetto per consentire un veloce e sicuro accesso alle fermate del TPL (autobus, Tram di Opicina), oltre al collegamento con la rete ciclabile attuale e di progetto.

Per quanto riguarda l'accessibilità dell'area con il Trasporto Pubblico Locale, nell'ambito della riorganizzazione dei servizi TPL su gomma nel Carso, la Regione ed il Consorzio TPLFVG stanno lavorando su numerosi miglioramenti della qualità del servizio, grazie all'introduzione di servizi a chiamata sulle linee più deboli (Progetto TS on Demand). La realizzazione della stazione di monte della Cabinovia ad Opicina funge da polo attrattore ed Hub della mobilità sul Carso e all'interno dell'abitato di Opicina stesso. Per questo motivo, i servizi TPL attuali sul Carso possono essere riorganizzati sfruttando il servizio continuo della Cabinovia per gli spostamenti Origine/Destinazione Opicina – Trieste Centro a servizio di lavoratori e studenti.

Sono state analizzate alcune linee che gravitano sull'Altipiano Carsico, che potrebbero giovare di una razionalizzazione (accanto al citato servizio a chiamata), al fine di condurre rapidamente l'utenza fino al capolinea di monte della Cabinovia. Le linee considerate con la propria domanda di trasporto sono la 39/ (Aurisina – Ospedale di Cattinara), la 42 (Opicina – Piazza Oberdan), la 43 (Ceroglie – Aurisina), la 44 (San Giovanni del Timavo – Piazza Oberdan), la 46 (Samatorza – Prosecco). Le linee 42, 44 e 46 sono state considerate, per quanto riguarda la domanda, soltanto nel tratto carsico.

Al fine di un dimensionamento di massima di un servizio "navetta" per portare i frequentatori del Carso ad Opicina (capolinea Cabinovia), si è fatto riferimento ai dati di domanda/oraria riferiti alla matrice del TPL di Progetto delle Zone afferenti all'Altipiano Carsico Nord (da Aurisina a Monrupino), la Zona di Opicina e l'Altipiano Carsico Sud (da Opicina a Trebiciano) che hanno come destinazioni le Zone prossime al capolinea della Cabinovia presso il Molo IV e per la zona del Porto Vecchio. Tali

valori fanno riferimento soltanto ai passeggeri su TPL. Il valore indicativo di passeggeri/ora di punta coinvolti nello spostamento è di circa 401 ripartito in:

- *116 passeggeri/ora da Altipiano Nord*
- *235 passeggeri/ora da Opicina (passeggeri in domanda tendenziale da TPL a Cabinovia)*
- *50 passeggeri/ora da Altipiano Sud*

Si suppone di dimensionare un servizio ad orari per portare tale utenza presso la stazione di monte della Cabinovia per un rapido interscambio, considerando che da modello i 235 passeggeri TPL dalle zone di Opicina già utilizzano la Cabinovia per le destinazioni prossime al Molo IV e Porto Vecchio.

Ipotizzando due linee di navetta leggera (una che copra l'Altipiano Nord ed Opicina, una l'Altipiano Sud ed Opicina), si possono ipotizzare i seguenti programmi di esercizio di base con mezzi ecologici leggeri da 10 metri, per una capacità complessiva di circa 50 posti/corsa:

- *Linea Altipiano Nord – Opicina – Stazione Cabinovia*
 - *domanda 116 passeggeri/ora/direzione più carica*
 - *corse/ora di punta*
- *Linea Altipiano Sud – Opicina – Stazione Cabinovia*
 - *domanda 50 passeggeri/ora/direzione più carica*
 - *2 corse/ora di punta*

Sono state leggermente sovradimensionate le corse per garantire comunque una frequenza appetibile all'utenza. Le frequenze combinate delle due navette (5 corse/ora) presso il centro di Opicina vanno a rafforzare il servizio esistente (linee 2, 2/, 64) per favorire ancora di più l'interscambio Bus – Cabinovia presso la stazione di monte per gli utenti del TPL di Opicina. I servizi navetta potrebbero inoltre essere prolungati (con frequenze maggiori negli orari di ingresso/uscita) al centro scientifico SISSA di via Bonomea, che dista poche centinaia di metri dal capolinea della Cabinovia di Opicina, al fine di servire, in prospettiva, anche gli altri poli scientifici del Carso (Sincrotrone, Area Science Park, Università, SISSA). Il servizio di morbida può essere ipotizzato a frequenze minori, coadiuvato da servizi a chiamata del tipo menzionato in precedenza (TS on Demand), per coprire le zone a domanda debole.

Tutti i servizi TPL proposti a supporto della Cabinovia sono indicativi, e possono servire a consolidare l'appetibilità di un servizio che è comunque sostenibile dal punto di vista trasportistico ed economico anche ad offerta TPL attuale. Le ipotesi qui sviluppate possono essere la base per ulteriori sviluppi dell'intera rete di trasporto pubblico, al fine di aumentare l'appetibilità del servizio.

3.4.1 Supporto per Servizi Turistici

Nell'ambito della quota parte di passeggeri che potranno utilizzare la Cabinovia per fini turistici, si ipotizza di stazionare i pullman turistici presso il parcheggio di scambio di Opicina, al fine di convogliare i passeggeri verso il centro città con la Cabinovia; in questo caso si evita di congestionare le vie d'accesso urbane con mezzi pesanti (e liberando anche aree di parcheggio in centro a Trieste).

Per quanto riguarda le tariffazioni del parcheggio di interscambio, il biglietto urbano del TPL/Cabinovia consente anche il parcheggio gratuito del mezzo privato; in mancanza di esso, saranno vigenti opportune tariffe orarie/giornaliere.

4 CONCLUSIONI

Il presente allegato ha presentato le analisi sulla domanda di mobilità effettuate in relazione alla stima dei passeggeri sulla Cabinovia di progetto.

È stato presentato il modello multimodale di domanda/offerta utilizzato a supporto delle analisi trasportistiche, rilevando l'ottima affidabilità dello stesso (modello, peraltro, che deriva dal PUMS di Trieste approvato nel 2021). Dopo aver discusso delle ipotesi di calcolo prettamente legate al progetto della Cabinovia, sono stati presentati i risultati relativi all'utilizzo dell'infrastruttura nell'ora di punta del mattino, per un totale di 1.409 passeggeri/ora trasportati. Tali passeggeri fanno riferimento a degli Scenari di Riferimento e di Progetto analoghi a quelli definiti nell'ambito del PUMS, dove si prevede che il Porto Vecchio generi nuove quote di mobilità legate ai nuovi insediamenti previsti.

La Cabinovia metropolitana è stata modellizzata ed analizzata come parte integrante della rete del Trasporto Pubblico Locale dell'area metropolitana di Trieste; le analisi dimostrano che, oltre ad uno *split* modale da mezzo privato a Cabinovia, una quota parte dei passeggeri che potranno utilizzare l'infrastruttura deriva da domanda tendenziale che già utilizza il TPL su gomma, ma che potrebbe trovare giovamento da un nuovo collegamento rapido Altipiano – Opicina – Porto Vecchio – Trieste. Tale fatto è testimoniato dal modello multimodale, che rileva lo scaricamento di alcune linee da Opicina per Trieste di una quota di passeggeri corrispondente alla domanda tendenziale da TPL su gomma a TPL su fune. A corredo dell'integrazione della nuova linea nel TPL, è stato presentato anche un dimensionamento preliminare di un possibile servizio navetta che consenta alla domanda di mobilità sul Carso di trovare un interscambio continuo con la linea a fune presso il capolinea di monte, per consentire una rapida discesa/salita verso/da Trieste.

I benefici trasportistici dell'infrastruttura si inquadrano su diversi aspetti:

- 1) *Minore quantità di mezzi privati in circolazione: il modello prevede che circa 450 veicoli/ora siano tolti dalla circolazione sulla rete stradale, con vantaggi puntuali localizzati in archi con elevato grado di congestione; la stima giornaliera prevede un minor utilizzo del mezzo privato per 4050 veicoli/giorno per un risparmio di circa 50.000 km/g di percorrenza sulla rete. Come ampiamente dimostrato dalla consolidata letteratura scientifica in tema di teoria e tecnica della circolazione, tale valore ha un impatto significativo in termini di congestione, ritardi, e*

sicurezza perché i veicoli in argomento interessano archi della rete che hanno un elevato tasso di congestione e di incidentalità;

- 2) Riequilibrio tra Trasporto Pubblico e Privato: l'intervento di progetto attrae il 46% della mobilità dal TPL ed il 44% dal mezzo privato (il restante 10% risulta di indotto/turistico). Lo scaricamento di alcune linee che dall'altipiano portano al centro città consente un riequilibrio notevole del sistema del TPL, in quanto tali linee presentano livelli di carico spesso critici (soprattutto per la mobilità sistematica), e quindi possono beneficiare di una riduzione di domanda, sia in termini di affidabilità del servizio (minori tempi alle fermate per imbarco) che di frequenza.*