

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

LINEA VENEZIA TRIESTE

POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE

STUDIO DI TRASPORTO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I Z 0 4 0 0 F 1 6 R G T S 0 0 0 3 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
B	Allineamento con dati disaggregati per ACB	L.E.Malorgio <i>L.E. Malorgio</i>	settembre 2021	M.Medda <i>M. Medda</i>	settembre 2021	S. Lo Presti <i>S. Lo Presti</i>	settembre 2021	<i>P. Rivoli</i> Settembre 2021 <i>P. Rivoli</i>
A	Emissione esecutiva	L.E.Malorgio	Agosto 2021	M.Medda	Agosto 2021	S. Lo Presti	Agosto 2021	

File: IZ0400F16RGTS0003001B

n. Elab.:



LINEA VENEZIA TRIESTE


POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE

STUDIO DI TRASPORTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	A	2 di 40

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	OBIETTIVI E METODOLOGIA DELLO STUDIO	5
3.	RICOSTRUZIONE E SIMULAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE	8
3.1.	PREPARAZIONE E ANALISI DEI DATI DI INPUT	8
3.1.1.	<i>DOMANDA DI MOBILITÀ</i>	9
3.1.2.	<i>OFFERTA DI TRASPORTO</i>	11
3.2.	ASSEGNAZIONE E CALIBRAZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	14
3.2.1.	<i>DOMANDA VEICOLARE PRIVATA</i>	15
3.2.2.	<i>DOMANDA FERROVIARIA</i>	18
3.2.3.	<i>CALIBRAZIONE DEI PARAMETRI DELLE FUNZIONI DI COSTO</i>	20
3.3.	VALUTAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE	21
4.	SIMULAZIONE E VALUTAZIONE SCENARI “RIFERIMENTO” E “PROGETTO”	23
4.1.	STIMA DOMANDA DI MOBILITÀ	24
4.2.	MODELLIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	25
4.3.	MODELLO DI RIPARTIZIONE MODALE E ASSEGNAZIONE	28
4.4.	ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI SCENARI 2025 E 2031	29
4.4.1.	<i>SCENARI 2025</i>	29
4.4.2.	<i>SCENARI 2031</i>	31
5.	CONCLUSIONI	37

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	3 di 40

1. INTRODUZIONE

Il presente studio mira a valutare le ricadute sulla mobilità derivante dagli interventi previsti nell'ambito del progetto di fattibilità tecnica economica per il potenziamento della Linea Venezia – Trieste: "Varianti di Tracciato".

Tale Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, fa parte di un più ampio intervento di potenziamento e velocizzazione della linea tra Venezia e Trieste che, coerentemente con i recenti indirizzi strategici di RFI per lo sviluppo della rete a livello nazionale e gli orientamenti espressi dal Ministero competente sullo sviluppo della rete ferroviaria, prevede molteplici interventi di velocizzazione attraverso il potenziamento tecnologico e infrastrutturale dell'infrastruttura esistente.

Lo studio di trasporto è stato quindi improntato secondo un approccio di *Global Project*, ossia in considerazione della totalità degli interventi di potenziamento alla linea Venezia-Trieste, quali:

- l'*upgrading* tecnologico della tratta Mestre-Ronchi Sud per la velocizzazione fino a 200 km/h;
- il potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste, che include:
 - interventi puntuali sulle caratteristiche del tracciato e di modifica/adequamento delle opere civili;
 - varianti di tracciato fuori sede in Portogruaro, Latisana e sul fiume Isonzo;
 - la soppressione dei passaggi a livello lungo la linea storica;
- la variante di tracciato Ronchi-Aurisina, attualmente in fase di sviluppo e considerando gli elementi progettuali ad oggi disponibili;
- la realizzazione del collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Venezia.

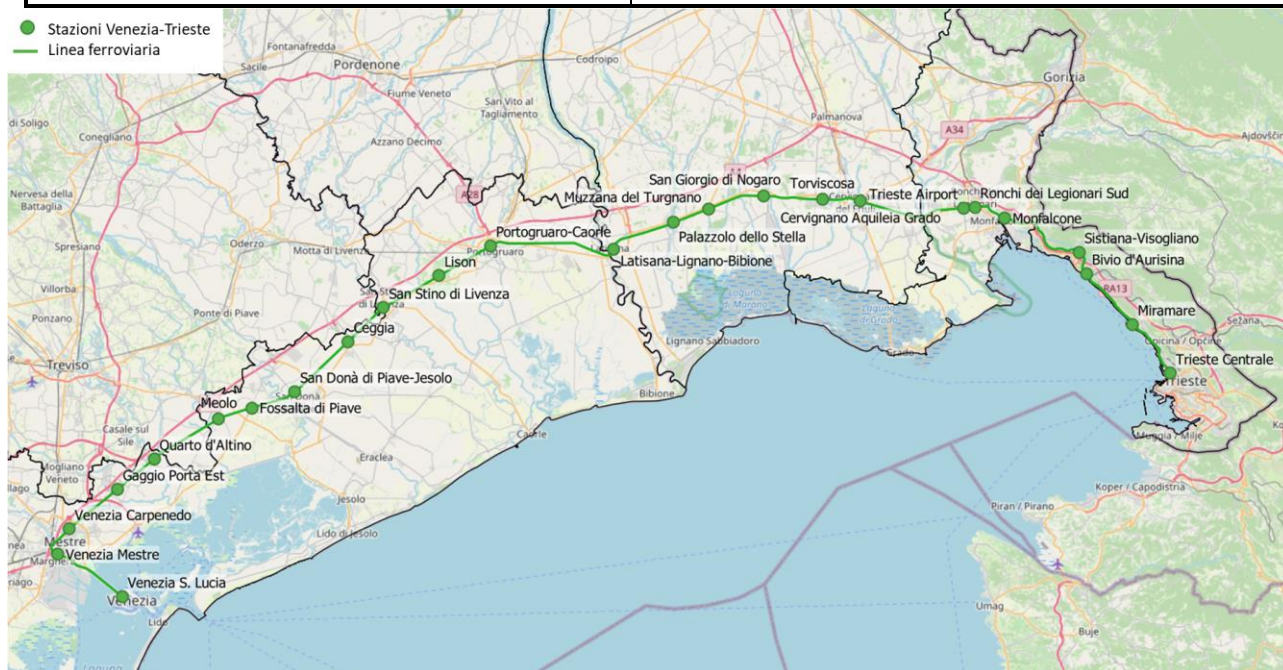



Figura 1 –Linea ferroviaria Venezia-Trieste. Fonte: Elaborazione cartografica su OpenStreetMap e fermate/stazioni desunte da Fascicolo Linea RFI

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	5 di 40

2. OBIETTIVI E METODOLOGIA DELLO STUDIO

Nel documento sono presentati i principali risultati dello studio di trasporto finalizzato all'analisi degli impatti al sistema multimodale del trasporto privato e ferroviario derivanti dagli interventi di potenziamento tecnologico e infrastrutturale della linea Venezia - Portogruaro - Trieste.


Per perseguire gli obiettivi suddetti è stato condotto uno studio di trasporto con approccio macroscopico, attraverso cui sono stati modellizzati e simulati gli elementi principali del sistema multimodale di trasporto “auto – treno” dell'area di studio, ossia delle province interessate o prossime alla linea ferroviaria Venezia - Portogruaro - Trieste (Treviso, Venezia e Padova in Veneto e Udine, Gorizia, Trieste e Pordenone in Friuli – Venezia Giulia).

Lo studio ha pertanto come obiettivo principale quello di prevedere le future scelte modali, relativamente alle modalità “auto” e “treno”, della domanda di trasporto su una scala di tipo sovraregionale, a fronte della realizzazione degli interventi e del potenziamento dei servizi di trasporto.

Inoltre, i risultati dello studio saranno la base per lo sviluppo della successiva Analisi Costi-Benefici per la quale vengono forniti una serie di indicatori nel presente documento. A tal proposito, coerentemente con le esigenze legate allo sviluppo della seguente ACB tutti i risultati saranno declinati per i cosiddetti scenari di riferimento e di progetto, le cui caratteristiche saranno dichiarate nel seguito.

Lo studio trasportistico ha previsto le seguenti attività:

- ricostruzione e simulazione dello scenario attuale (capitolo 3) della mobilità nelle province di Treviso, Venezia, Padova, Udine, Gorizia, Trieste e Pordenone con:
 - preparazione e analisi del *data entry*, ossia dei dati di input alla modellizzazione, calibrazione e simulazione, con particolare riferimento alla domanda di mobilità e all'offerta stradale e di trasporto dell'area (§3.1);

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	6 di 40

- ricostruzione e simulazione dello scenario attuale (§3.2);
- valutazione dello scenario attuale (§3.3);
- simulazione e valutazione dei 2 scenari di “riferimento” e di “progetto” per ciascuno dei due orizzonti temporali di attivazione degli interventi (2025 e 2031), contraddistinti da una diversa articolazione delle modifiche e dei potenziamenti al sistema di trasporto ferroviario (capitolo 4):
 - orizzonte di breve termine 2025, scenari di “riferimento” e di “progetto” (§4.5.1);
 - orizzonte di medio termine 2031, scenari di “riferimento” e di “progetto” (§4.5.2).

Per tutti gli orizzonti temporali, gli scenari “di riferimento” sono rappresentati dallo stato attuale delle infrastrutture viabilistiche e recepiscono la realizzazione del collegamento ferroviario con l’Aeroporto Marco Polo di Venezia.


Gli scenari “di progetto” tengono conto invece della realizzazione dei diversi interventi progettuali previsti ai diversi orizzonti temporali, quali:

- orizzonte 2025, realizzazione del Progetto Definitivo del “Potenziamento tecnologico della linea Venezia-Trieste”;
- orizzonte 2031, completamento della totalità degli interventi al sistema di trasporto ferroviario riconducibili ai seguenti progetti¹:
 - PFTE “Potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste”;
 - PFTE “Soppressione Passaggi a Livello”²;
 - PFTE “Variante Latisana”;
 - PFTE “Variante Ronchi-Aurisina”, attualmente in fase di progettazione³.

¹ Il completamento del potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste è previsto per il 2031, anno previsto per l’attivazione della variante Ronchi-Aurisina


² In questa fase di analisi e coerentemente con gli obiettivi del progetto e con il livello di dettaglio del modello macro sovraregionale, è stato tenuto in considerazione l’impatto della soppressione dei PL sulla velocizzazione complessiva dei servizi della linea ferroviaria, mentre sono stati trascurati gli impatti puntuali e locali di tali soppressioni sulla viabilità stradale.

³ Si assumono a riferimento solamente gli elementi ad oggi noti in termini di risparmio di tempo previsto.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	7 di 40

Si riepiloga nella tabella seguente l'articolazione degli scenari per i diversi orizzonti temporali:

ANNO	SCENARIO	CONFIGURAZIONE OFFERTA (Infrastruttura + servizi)	DOMANDA (pax)
2021	<i>Riferimento</i>	Offerta attuale (Off_att)	Domanda_2021
	<i>Riferimento_25</i>	Offerta attuale (Off_att)+Collegamento venezia aeroporto	Domanda_2025
2025	<i>Progetto_25</i>	Riferimento_25 + PD Potenziamento tecnologico della linea Venezia-Trieste	Domanda_2025
	<i>Riferimento_31</i>	Offerta attuale (Off_att) + Collegamento venezia aeroporto	Domanda_2031
		Riferimento_31 + PD Potenziamento tecnologico della linea Venezia-Trieste +	
2031		PFTE Potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste (agg.2021) +	
	<i>Progetto_31</i>	PFTE Sopp. PL+	Domanda_2031
		PFTE Variante Latisana+	
		PFTE Variante Ronchi-Aurisina	

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	8 di 40

3. RICOSTRUZIONE E SIMULAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE

Le attività di ricostruzione e simulazione della scenario attuale sono articolate:


- nella raccolta, preparazione e analisi dei dati di input, relativamente a offerta e domanda di mobilità dell'area di studio (§3.1);
- nell'assegnazione dei flussi veicolari alla rete, calibrati con i dati di domanda rilevata e, sulla base della domanda assegnata, nella successiva calibrazione dei parametri di ripartizione modale per gli scenari futuri (§3.2);
- nella valutazione dei risultati della simulazione dello scenario attuale (§3.3).

3.1. PREPARAZIONE E ANALISI DEI DATI DI INPUT

La fase di preparazione del *data entry* ha assunto a riferimento i seguenti principali set di dati:

- la matrice O/D della fascia bioraria di punta mattinatale (7:00-9:00) degli spostamenti di ISTAT 2011, con zonizzazione comunale, e riconducibili alle modalità "auto" e "treno" come base dati per la domanda di mobilità;
- i dati di traffico stradale rilevato nell'area di studio, facendo riferimento ai dati resi disponibili da ANAS e da rilievi FCD (Floating Car Data);
- i dati di frequentazione annua ("saliti" + "discesi") delle stazioni/fermate ferroviarie di Bivio d'Aurisina, Portogruaro-Caorle, S.Donà di Piave-Jesolo, S.Giorgio di Nogaro, Trieste Airport, Venezia Mestre al 2019⁴;
- il grafo stradale dell'area di studio, come base relativa all'offerta infrastrutturale viabilistica;
- il modello di esercizio, gli orari e le linee dei servizi ferroviari su rete RFI;
- i dati sulle tariffe di TPL ferroviario⁵.

⁴ Fonte: RFI.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	9 di 40

Le principali attività della fase di preparazione del *data entry* hanno previsto:

- le elaborazioni e le analisi sulla matrice O/D di domanda di mobilità dell'area, estraendo e zonizzando adeguatamente la sottomatrice di interesse e individuando gli spostamenti relativi alla modalità veicolare privata e alla modalità ferroviaria (§3.1.1);
- le elaborazioni e le verifiche sul grafo stradale, relativo a maggio 2021 (§3.1.2).


3.1.1. DOMANDA DI MOBILITÀ

Le attività di macro simulazione relativamente allo scenario attuale hanno previsto una serie di elaborazioni e analisi propedeutiche della domanda da assegnare alle reti di offerta. Come illustrato nello schema seguente, sono stati effettuati, in sintesi, i cinque *step* che hanno previsto:

- l'estrazione dalla matrice complessiva ISTAT delle relazioni Origine-Destinazione di interesse dell'area di studio nella fascia oraria di punta mattutina (7:00-9:00);
- la rielaborazione della zonizzazione della matrice ISTAT 2011 degli spostamenti della fascia oraria di punta in modalità "auto" e "treno" in coerenza all'area di studio, tra cui le disaggregazioni dei Comuni di Venezia, Portogruaro, Ronchi dei Legionari, Duino Aurisina, Trieste e le aggregazioni delle zone esterne all'area di progetto;
- la verifica dell'andamento socio-economico dell'area di studio al 2019 analizzando popolazione e tessuto produttivo (addetti) che risultando pari a -0,1%⁶ rispetto al 2011 può essere considerata ai fini dell'analisi;
- la conversione della matrice degli spostamenti in matrice veicolare;
- la verifica e la calibrazione della matrice al 2019 con i dati di domanda trasportata e i dati di traffico.

⁵ Sono state prese a riferimento le tariffe attualmente in vigore Trenitalia.

⁶ Fonte: ISTAT.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	10 di 40

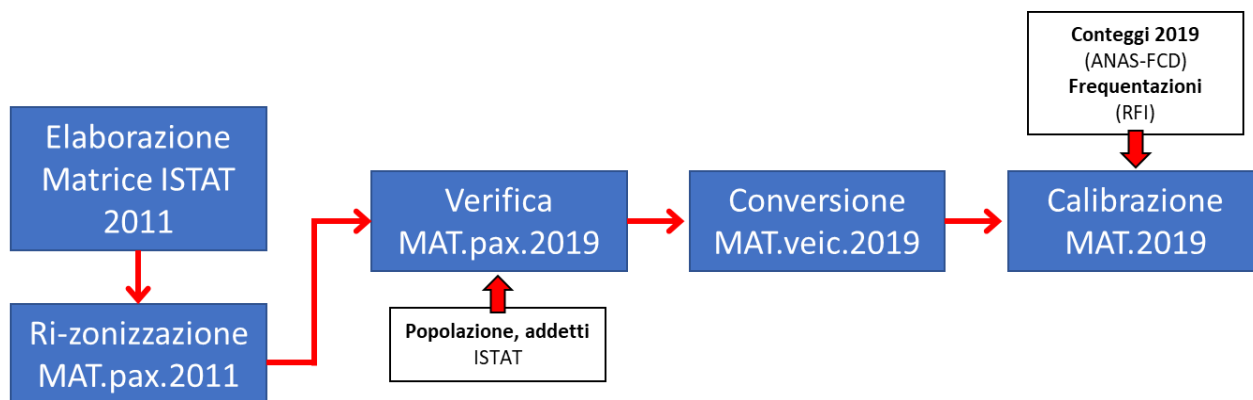


Figura 2 - Schema di sintesi della metodologia di elaborazione, aggiornamento e verifica della domanda di mobilità

Secondo la metodologia descritta, la matrice descrive una domanda di mobilità complessiva di interesse per l'area di studio e generata dall'utenza che consiste in 258.846 spostamenti nella fascia bioraria di punta mattinatale, di cui:

- 220.396, pari all' 85,1%, spostamenti interni alle Province di Treviso, Venezia, Padova, Udine, Gorizia, Trieste e Pordenone;
- 38.450, pari all' 14,9%, spostamenti di scambio con l'esterno dell'area di studio⁷.

Le elaborazioni della zonizzazione hanno permesso di ottenere una matrice con 69 zone, focalizzata sul contesto di studio e sull'ubicazione degli interventi.

Tali elaborazioni sono state effettuate mediante:

- la disaggregazione delle zone comunali di "Venezia" in 3 zone sub-comunali, "Portogruaro" in 3 zone, "Ronchi dei Legionari" in 2 zone, "Duino Aurisina" in 2 zone e "Trieste" in 4 zone, coerentemente con l'ubicazione delle stazioni ferroviarie, con le unità censuarie ISTAT e facendo riferimento ai dati socio-economici rappresentativi del territorio, ossia ai *driver* di popolazione e di addetti di ciascuna unità censuaria⁸;

⁷ In coerenza con la tipologia dei dati di input non è stata considerata la domanda di attraversamento, che rappresenta una quota esigua della mobilità complessiva.

⁸ ISTAT

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	11 di 40

- la zonizzazione delle restanti zone interne alle Province di Treviso, Venezia, Padova, Udine, Gorizia, Trieste e Pordenone in 47 zone, tenendo conto in particolare delle direttrici di mobilità;
- la zonizzazione delle zone esterne alle Province dell'area di studio in 8 zone, quali le 2 aree provinciali della Regione Veneto (Province di Rovigo e Belluno) e l'aggregazione delle Province di Verona e Vicenza, la Regione Trentino-Alto Adige, l'aggregazione delle Regioni Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta e Lombardia ("Nord-Ovest"), le restanti regioni italiane aggregate ("Resto Italia") e gli stati esteri aggregati in 2 zone ("Nord" e "Est").

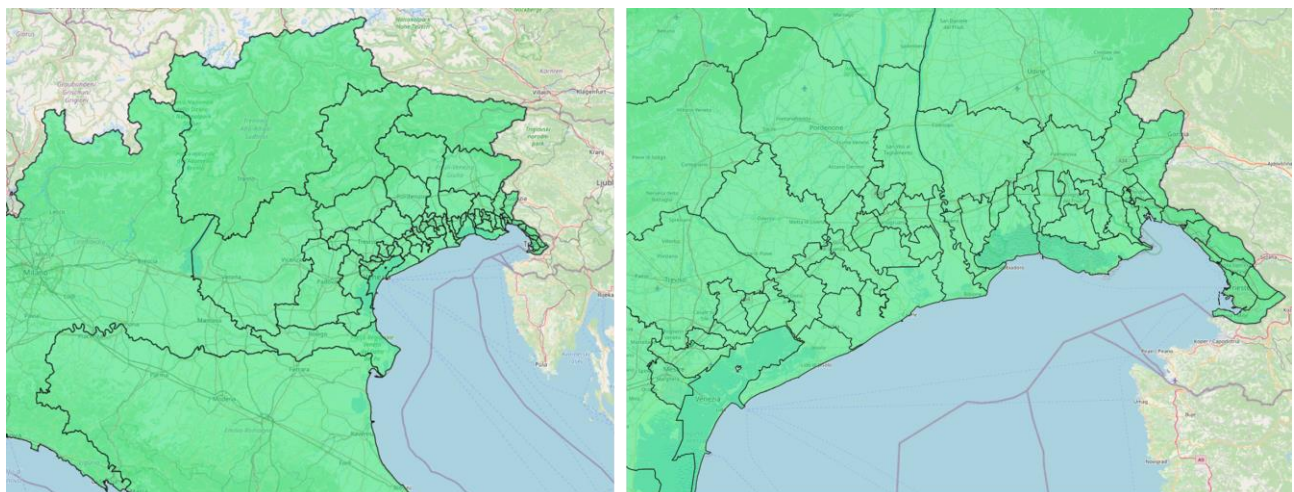


Figura 3 - Zonizzazione con focus sull'area di studio

3.1.2. OFFERTA DI TRASPORTO

Il sistema dell'offerta di trasporto modellizzato nell'area di studio provinciale include:

- il grafo stradale provinciale riferito al 2021⁹, costituito nello scenario attuale da 177.051 archi stradali e 354.446 nodi (Figura 4) e in cui ciascun arco è caratterizzato da una serie di attributi, quali in primis il numero di corsie, la velocità a flusso libero e la capacità giornaliera;

⁹ Grafo stradale verificato e integrato a partire dal grafo OpenStreetMap.

- Il grafo dei servizi ferroviari sulla tratta di interesse dell'area di studio (Figura 5) con caratterizzazione dell'offerta principalmente in termini di fermate e frequenze relative al 2019 nella fascia bioraria di punta mattinale 7.00-9.00¹⁰. Sono stati in particolare modellizzati i servizi sulla linea Venezia-Trieste e sulle linee o tratte in adduzione Treviso-Portogruaro, Portogruaro-Casarsa, Udine- Cervignano-Trieste e Gorizia-Monfalcone-Trieste. È stata inoltre compresa la tratta Venezia-Treviso, convergente sul nodo di Venezia e contigua all'area di studio.



Figura 4 – Grafo stradale dell'area di studio

¹⁰ Il grafo dei servizi su ferro è costruito sulla base del modello di esercizio su rete RFI 2019.



Figura 5- Grafo dell'offerta ferroviaria attuale dell'area di studio oggetto di modellizzazione

L'articolazione dell'offerta attuale, in particolare, è descritta nella tabella seguente:


	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	14 di 40

Tabella 1 - Modello di esercizio relativo allo scenario attuale 2019


ITINERARIO	Missione di servizio	Frequenza fascia bioraria di punta [min]
Venezia S.L. - Portogruaro	REG	40
Portogruaro – Venezia S.L.	REG	40
Venezia S.L. – Trieste C.le	REG	120
Trieste C.le - Venezia S.L.	REG	60
Udine – Trieste C.le	REG	30
Trieste C.le - Udine	REG	120
Gorizia – Trieste C.le	REG	30
Trieste C.le - Gorizia	REG	40
Trieste C.le – Villa Opicina	REG	120
Villa Opicina – Trieste C.le – Udine	REG	120
Venezia S.L. – Treviso	REG	13
Treviso – Venezia S.L.	REG	13
Treviso – Venezia Mestre	LP	60
Treviso - Portogruaro	REG	60
Portogruaro - Treviso	REG	40
Portogruaro - Casarsa	REG	40
Casarsa – Portogruaro	REG	40
Trieste C.le – Venezia Mestre	LP (IC)	120
Trieste C.le – Venezia Mestre	LP (Frecce)	120

3.2. ASSEGNAZIONE E CALIBRAZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ

L'attività di assegnazione e calibrazione della domanda di mobilità nella fascia bioraria di punta mattinale relativamente a ciascuna modalità di trasporto ha previsto i principali *step* operativi:

- assegnazione e calibrazione della domanda veicolare privata alla rete stradale (§3.2.1);
- assegnazione e calibrazione della domanda ferroviaria (§3.2.2);

Nell'ambito di tale attività sono state inoltre realizzate le *skim matrixes*, associando a ciascuna coppia OD di ciascuna modalità di trasporto l'impedenza o il costo di trasporto allo scopo di calibrare i parametri delle funzioni di costo per il modello di ripartizione modale degli scenari futuri (§3.2.3).

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	15 di 40

3.2.1. DOMANDA VEICOLARE PRIVATA

Il processo di assegnazione e calibrazione della domanda veicolare privata è avvenuto mediante un *loop* che ha previsto tre processi:

- conversione della matrice degli spostamenti 2019 riconducibile alla modalità privata in matrice veicolare¹¹;
- calibrazione della matrice sulla base dei conteggi stradali, resi disponibili da ANAS e da FCD relativi ad un giorno feriale di novembre 2019¹², con un algoritmo di equazione dei minimi quadrati (*least square method*);
- l'assegnazione della matrice calibrata alla rete stradale dello scenario attuale con un algoritmo all'equilibrio¹³, in cui i flussi assegnati ad ogni iterazione sono moltiplicati per un peso calcolato ad ogni iterazione in funzione di uno stimato fattore λ .

Nell'ambito dell'assegnazione dei flussi alla rete stradale, sono state assunte a riferimento le seguenti voci di costo per ciascun spostamento:

- tempo a rete carica¹⁴;
- pedaggio;
- costo di esercizio.

A ciascuna voce di costo per ciascuna relazione i corrisponde una relativa funzione:

$$COSTO_{ij} = TEMPO_{ij} * \beta_{TEMPO} + ((PED_{ij} + CE_{ij})/VOT) * \beta_{PED+CE}$$


Dove¹⁵:

¹¹ Coerentemente con studi e analisi analoghe, è stato considerato un coefficiente di occupazione pari a 1,33 passeggeri per veicolo.

¹² Periodo pre-Covid19

¹³ L'algoritmo utilizzato è quello di Frank-Wolfe biconiugato dove il procedimento iterativo si arresta quando è raggiunto il primo dei valori di *cut-off* individuati.

¹⁴ Per il calcolo dei tempi a rete carica sono state prese a riferimento equazioni di deflusso per ciascuna categoria stradale.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	16 di 40

- TEMPO è il tempo di spostamento tra le zone i e j su rete stradale;
- VOT è il valore del tempo in €/ora, assunto pari a € 10,53;
- PED è il pedaggio di spostamento tra le zone i e j sulle tratte autostradali;
- CE è il costo di esercizio di spostamento tra le zone i e j.
- β_{TEMPO} e β_{PED+CE} , sono i pesi corrispondenti rispettivamente al tempo di spostamento e alla somma di costo monetario di pedaggio e di esercizio, opportunamente calibrati nel modello di simulazione.

La matrice veicolare nella fascia bioraria di punta mattinale ottenuta, con riferimento al 2019, è stata calibrata mediante 10 sezioni monodirezionali, derivanti dai conteggi resi disponibili da ANAS (Figura 6) e rapportati alla fascia bioraria di punta mattinale attraverso l'analisi degli FCD di ogni singola sezione.

Sulla base dei dati di traffico comprensivi del flusso dei veicoli commerciali e pesanti, il processo di calibrazione ha tenuto conto anche della quota di traffico relativa a tali veicoli.

¹⁵ I valori dei coefficienti e delle voci di costo unitario illustrati di seguito sono desunti dallo specifico contesto di studio e sulla base di studi e analisi della letteratura specifica di settore e di casi applicativi in contesti analoghi.

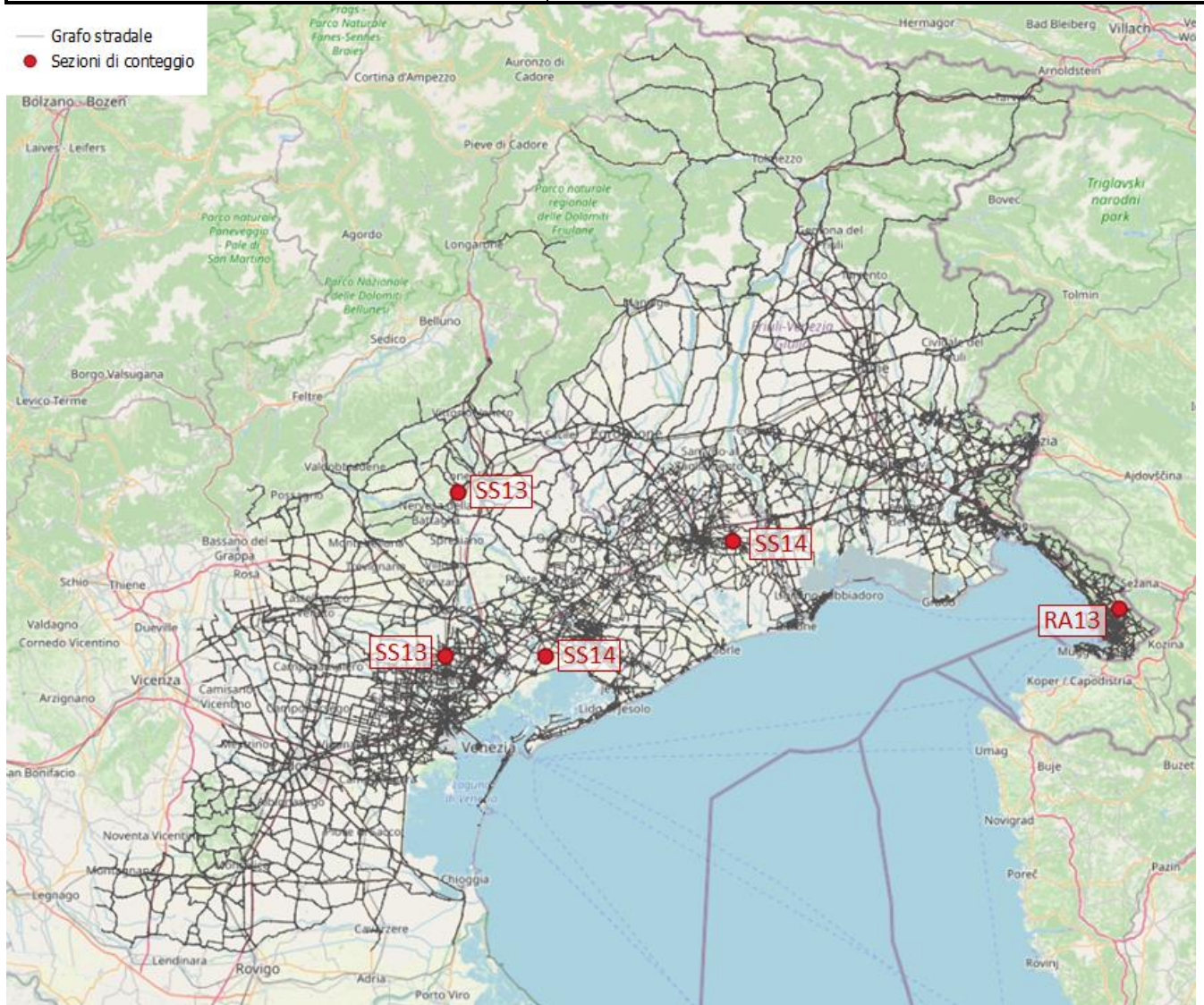



Figura 6 - Localizzazione delle sezioni di rilievo nell'area di studio

Il processo iterativo di calibrazione e aggiornamento ha raggiunto i desiderati livelli di affidabilità e qualità, che è possibile evidenziare attraverso l'analisi dell'indicatore GEH¹⁶ per ciascuna sezione di confronto, assumendo:

- M, come il volume di traffico simulato dal modello;
- C, come il conteggio di traffico reale.

¹⁶ L'indicatore GEH è relativo a una formula empirica utilizzata per confrontare i diversi valori di flussi simulato M e rilevato C, secondo cui più è basso il GEH migliore è il risultato del processo di calibrazione.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	18 di 40

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

Con riferimento ai flussi delle due ore di picco mattutino, il 100% delle sezioni risulta avere un GEH inferiore a 10, corrispondente a buoni risultati di calibrazione.

In relazione alle sezioni monodirezionali comprese all'interno dell'area di studio, i flussi di traffico calibrato presentano un'ottima correlazione con i relativi flussi rilevati, con un valore di ρ^2 pari a 0,92.

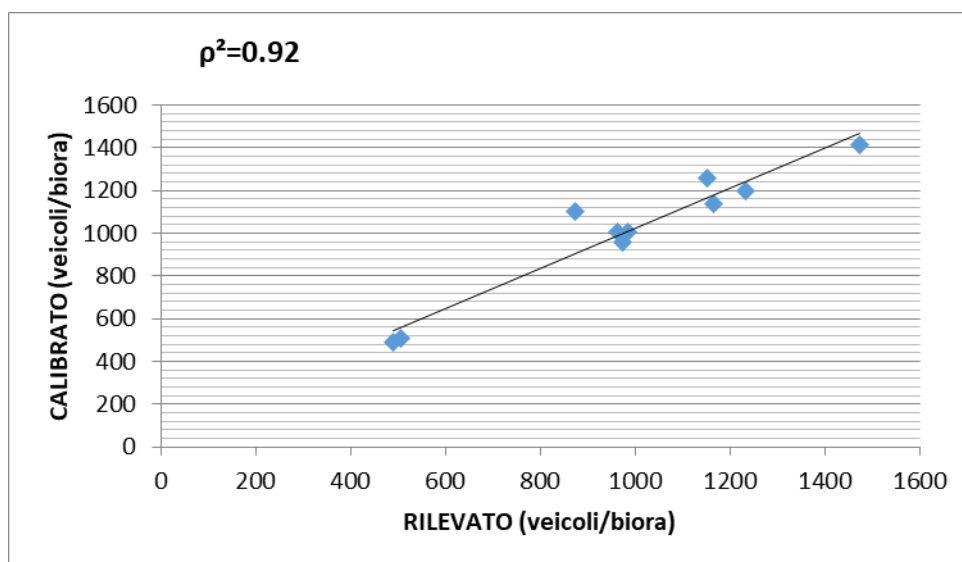


Figura 7 - Indice di correlazione tra flussi calibrati e flussi rilevati per le sezioni oggetto di analisi

3.2.2. DOMANDA FERROVIARIA

Nell'ambito dell'assegnazione dei flussi alla rete ferroviaria, sono stati assunti a riferimento come voce di costo per ciascun spostamento le seguenti componenti:

- Tempo di accesso alla stazione;
- Tempo di uscita dalla stazione;
- Tempo di attesa (*transfer wait time*);
- Tempo a bordo sul veicolo;
- Il costo monetario di tariffa.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	19 di 40

A ciascuna voce di costo per ciascuna relazione tra i e j corrisponde una relativa funzione:

$$COSTO_{ij} = TEMPO_{acc_{ij}} * \beta_{TEMPO_{acc}} + TEMPO_{bordo_{ij}} * \beta_{TEMPO_{bordo}} + (TARIFFA_{ij}/VOT) * \beta_{TARIFFA}$$

Dove¹⁷:


- $TEMPO_{acc_{ij}}$ è la somma dei tempi di accesso, di ingresso e di attesa del mezzo di trasporto ferroviario, in corrispondenza dello spostamento tra le zone i e j ;
- $TEMPO_{bordo_{ij}}$ è il tempo a bordo del mezzo di trasporto ferroviario, in corrispondenza dello spostamento tra le zone i e j ;
- $TARIFFA_{ij}$ è la tariffa di spostamento tra le zone i e j , calcolato sulla base della tariffa chilometrica della modalità di trasporto;
- VOT è il valore del tempo in €/ora, assunto pari a € 10,53;
- $\beta_{TEMPO_{acc}}$, $\beta_{TEMPO_{bordo}}$ e $\beta_{TARIFFA}$ sono i pesi corrispondenti rispettivamente ai tempi di accessibilità, a bordo e alla tariffa monetaria, opportunamente calibrati nel modello di simulazione.

Il processo iterativo di calibrazione e aggiornamento ha raggiunto i desiderati livelli di affidabilità e qualità, che è possibile evidenziare attraverso l'analisi dell'indicatore GEH per ciascuna stazione di confronto¹⁸, assumendo:

- M, come il volume di passeggeri "saliti" e "discesi" simulato dal modello nella fascia bioraria di punta mattutina;
- C, come il valore di frequentazione rilevata¹⁹.

¹⁷ I valori dei coefficienti e delle voci di costo unitario illustrati di seguito sono desunti dallo specifico contesto di studio e sulla base di studi e analisi della letteratura specifica di settore e di casi applicativi in contesti analoghi.

¹⁸ Stazioni di Bivio d'Aurisina, Portogruaro-Caorle, S.Donà di Piave-Jesolo, S.Giorgio di Nogaro, Trieste Airport, Venezia Mestre. Fonte: RFI, dati annui 2019.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	20 di 40

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

Con riferimento ai flussi delle due ore di picco mattutino, l'83% delle stazioni considerate risulta avere un GEH inferiore a 10, corrispondente a buoni risultati di calibrazione.

I flussi di traffico calibrato presentano, in particolare, un'ottima correlazione con i relativi flussi rilevati, con un valore di ρ^2 pari a 0,99.

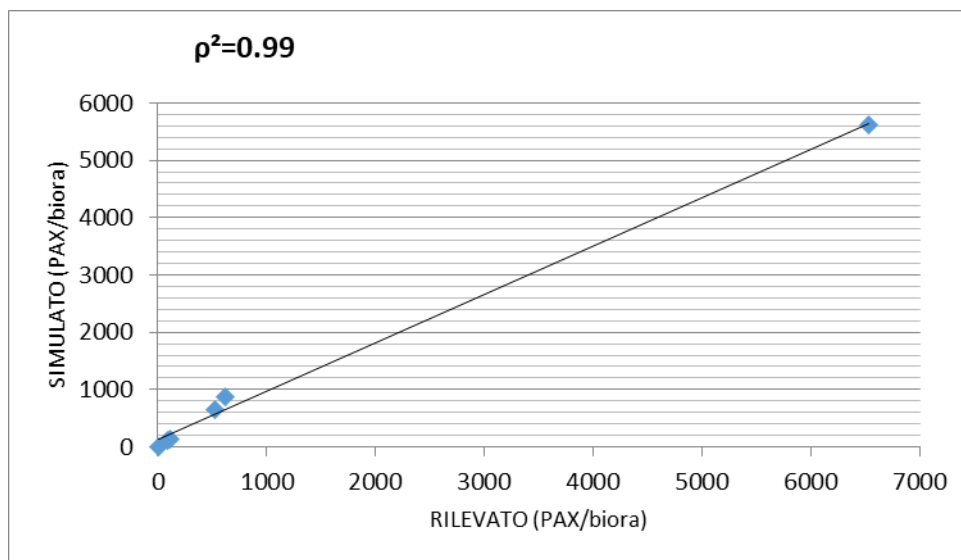



Figura 8 - Indice di correlazione tra flussi calibrati e flussi rilevati per le stazioni ferroviarie oggetto di analisi

3.2.3. CALIBRAZIONE DEI PARAMETRI DELLE FUNZIONI DI COSTO

Nell'ambito di tale attività sono state inoltre realizzate le *skim matrixes*, associando a ciascuna coppia OD di ciascuna modalità di trasporto l'impedenza o il costo di trasporto allo scopo di calibrare i parametri delle funzioni di costo per il modello di ripartizione modale degli scenari futuri.

¹⁹ A partire dai valori annui sono stati stimate le frequentazioni giornaliere (ipotizzando 305 giorni/anno) e della fascia bioraria di punta (con un coefficiente assunto pari a 0,12).

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	21 di 40

I parametri sono stati calibrati affinché le nuove matrici disaggregate ripropongano lo stesso numero di spostamento delle matrici iniziali, le cui aggregazioni costituiscono l'input stesso del modello di ripartizione modale.

Ai fini della calibrazione del modello di ripartizione modale è stata utilizzata una funzione di tipo *Logit* i cui parametri sono illustrati in precedenza (3.2.1 e 3.2.2).

3.3. VALUTAZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE

Le attività consistono nella valutazione dello scenario attuale (2019), assumendo a riferimento i risultati dell'assegnazione nella fascia bioraria di punta (7:00-9:00) relativamente alla mobilità generata dall'utenza:

- dei flussi veicolari alla rete stradale delle Province di Treviso, Venezia, Padova, Udine, Gorizia, Trieste e Pordenone;
- della domanda ferroviaria alla linea Venezia-Trieste.

Relativamente alla modalità ferroviaria, lo scenario attuale è caratterizzato da 19.033 spostamenti riconducibili al mezzo ferroviario nell'area di studio.


I risultati della simulazione dello scenario attuale, inoltre, evidenziano una media di 192 passeggeri per corsa nella fascia bioraria di punta mattinale per l'intera area di studio e di 240 per le linee Venezia-Trieste, Udine-Trieste e Gorizia-Trieste²⁰.

In termini di indicatori risultanti, lo scenario attuale (2019) della mobilità dell'area di studio è descritto in tabella attraverso i seguenti indicatori, relativi alla fascia bioraria di punta e al giorno²¹:

- offerta ferroviaria (numero di treni²²);
- domanda di mobilità (passeggeri per entrambe le modalità "auto" e "treno");
- quote modali, con riferimento al totale dell'area di studio;

²⁰ La domanda trasportata per corsa è restituita dal modello di macro simulazione prendendo a riferimento la quota di domanda assegnata alla rete modellizzata nell'area di studio.

²¹ Gli indicatori sono riportati al valore giornaliero attraverso il coefficiente moltiplicativo 12.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	22 di 40


- distanza media percorsa (km) per spostamento e per modalità di trasporto;
- tempo medio speso (ore) per spostamento e per modalità di trasporto.

Secondo la metodologia e le *assumption* illustrate in precedenza, i risultati della simulazione evidenziano che lo scenario attuale (2019) è caratterizzato da un significativo utilizzo della modalità ferroviaria, con una quota modale di ~7%, che nella fascia bioraria di punta mattiniana risulta prevalentemente orientato a spostamenti di medio-breve raggio (~15 km e ~15 minuti di viaggio).

Tabella 2 – Sintesi degli indicatori dello scenario attuale (2019)

OFFERTA FERROVIARIA (n° treni)	
<i>fascia bioraria</i>	56
<i>giorno</i>	291
DOMANDA (passeggeri)	
<i>fascia bioraria - Auto</i>	239.813
<i>fascia bioraria - Treno</i>	19.033
<i>giorno – Auto</i>	1.998.442
<i>giorno - Treno</i>	158.608
QUOTA MODALE	
<i>Auto</i>	92,7%
<i>Treno</i>	7,3%
DISTANZA MEDIA PERCORSO (km / spostamento)	
<i>Auto</i>	27,70
<i>Treno</i>	30,54
TEMPO MEDIO DI VIAGGIO (ore / spostamento)	
<i>Auto</i>	0,5730
<i>Treno</i>	0,462

²² Relativamente al numero di treni, è stato individuato il valore della fascia bioraria a partire dal valore di input giornaliero sull'intera relazione Venezia-Trieste.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	23 di 40

4. SIMULAZIONE E VALUTAZIONE SCENARI “RIFERIMENTO” E “PROGETTO”

Lo studio di trasporto condotto è indirizzato ad analizzare gli impatti sulla mobilità indotti dagli interventi di potenziamento e velocizzazione della linea Venezia-Trieste.


Lo studio ha previsto la costruzione dei seguenti scenari:

- Scenario di “riferimento”, che tiene conto della configurazione del sistema di offerta viabilistica dello scenario attuale e della realizzazione del collegamento ferroviario con l’Aeroporto di Venezia;
- Scenario di “progetto”, che in aggiunta, include gli interventi di potenziamento previsti che presentano un impatto sulla mobilità dell’area di studio, tra i quali:
 - l’*upgrading* tecnologico della tratta Venezia Mestre-Ronchi Sud;
 - il potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste con la realizzazione di interventi puntuali sulle caratteristiche del tracciato e di adeguamento delle opere civili, la soppressione dei passaggi a livello²³ lungo la linea e la realizzazione di alcune varianti di tracciato fuori sede per elevare le caratteristiche prestazionali.

Le analisi sono state effettuate in considerazione dei due orizzonti temporali di realizzazione e attivazione degli interventi, per ciascuno dei quali sono stati simulati gli scenari di “riferimento” e “progetto”:

- orizzonte di breve termine (2025), coincidente con il termine temporale previsto per la realizzazione degli interventi del PD “Potenziamento tecnologico” della linea Venezia-Trieste con l’obiettivo di ottenere la velocizzazione della tratta Venezia Mestre-Ronchi Sud fino a 200 km/h;
- orizzonte di medio termine (2031), corrispondente al completamento della totalità degli interventi al sistema di trasporto ferroviario in fase di progettazione o di realizzazione, quali le varianti di tracciato in Portogruaro, Latisana, sul fiume

²³ Relativamente all’orizzonte temporale 2031 la soppressione dei Passaggi a Livello è stata tenuta in considerazione come contributo agli impatti di velocizzazione della linea ferroviaria, è stata invece trascurata in ambito stradale, coerentemente con il livello di dettaglio della viabilità della macro simulazione sovraregionale.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	24 di 40

Isonzo e la variante Ronchi-Aurisina (attualmente in fase di progettazione)²⁴, la realizzazione del nuovo Posto di Movimento di San Donà di Piave e di Fossalta di Portogruaro, la soppressione dei passaggi a livello lungo la linea storica.

L'attività ha previsto, in particolare, i seguenti *step* operativi:


- stima della domanda totale di mobilità dell'area di studio al 2025 e al 2031, in relazione alle previsioni demografiche dell'ISTAT per le Regioni Veneto e Friuli-Venezia Giulia (§4.1);
- modellizzazione degli interventi all'offerta di trasporto in relazione a ciascuno dei due orizzonti temporali 2025 e 2031 (§4.2);
- individuazione della domanda di mobilità ripartita per modo, attraverso il modello di ripartizione modale ottenuto con la calibrazione delle funzioni di costo dello scenario attuale (§3.2.3) e con le voci di costo relative all'offerta di ciascuno dei due orizzonti temporali (2025 e 2031) e per ciascuno dei due scenari (di "riferimento" e di "progetto"), e assegnazione della domanda alle reti di offerta (§4.3);
- analisi e valutazione comparativa degli scenari di progetto e di riferimento al 2025 e al 2031 (§4.4).

4.1. STIMA DOMANDA DI MOBILITÀ

Nell'ambito delle simulazioni degli scenari al 2025 e al 2031 di "riferimento" e di "progetto", sono stati considerati i seguenti *trend* demografici applicati alla domanda di mobilità:

- +0,3% nel periodo 2019-2025;
- +0,4% nel periodo 2019-2031.

²⁴ Relativamente agli interventi sulla tratta Ronchi – Aurisina, sono stati assunti a riferimento gli elementi progettuali ad oggi disponibili, quali il tempo stimato di velocizzazione assunto pari a 10 minuti e applicato, in questa fase di analisi, alla totalità dei treni percorrenti la tratta.

	LINEA VENEZIA TRIESTE POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA IZ04	LOTTO 00	CODIFICA F 16 RG	DOCUMENTO TS 00 03 001	REV. B	FOGLIO 25 di 40

Tali analisi hanno assunto a riferimento le previsioni regionali dell'ISTAT, realizzate con l'obiettivo di rappresentare il possibile andamento futuro della popolazione nel breve, medio e lungo termine dello specifico contesto oggetto di studio.

4.2. MODELLIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi presi a riferimento caratterizzano la struttura dell'offerta di trasporto di ciascun orizzonte temporale e di ciascun scenario.

Come precedentemente evidenziato, nell'ambito degli scenari di "riferimento" di entrambi gli orizzonti temporali la configurazione del sistema di offerta stradale rimane invariata rispetto allo scenario attuale mentre il sistema di offerta ferroviaria recepisce la realizzazione del collegamento ferroviario tra Venezia e l'Aeroporto Marco Polo.

Negli scenari di "progetto", in aggiunta agli interventi previsti negli scenari di "riferimento", sono stati considerati quelli relativi al potenziamento tecnologico e infrastrutturale della linea ferroviaria, che sono recepiti dal modello di macro simulazione in termini di velocizzazioni e potenziamenti del servizio su ferro, secondo le articolazioni dell'offerta evidenziate nelle tabelle seguenti.

Tabella 3 - Modello di esercizio relativo agli scenari di "riferimento" e di "progetto" 2025

SCENARIO	MISSIONE DI SERVIZIO	RIFERIMENTO 2025		PROGETTO 2025	
		Frequenza fascia bioraria di punta [min]	velocizzazioni rispetto all'attuale [min]	Frequenza fascia bioraria di punta [min]	velocizzazioni rispetto all'attuale [min]
Venezia S.L. - Portogruaro	REG	40	0	40	4
Portogruaro – Venezia S.L.	REG	40	0	40	4
Venezia S.L. – Aeroporto M. Polo	REG	30	-	30	-
Aeroporto M. Polo - Venezia S.L.	REG	30	-	30	-
Venezia S.L. – Trieste C.le	REG	120	0	120	7
Trieste C.le - Venezia S.L.	REG	60	0	60	7
Udine – Trieste C.le	REG	30	0	30	4
Trieste C.le - Udine	REG	120	0	120	4
Gorizia – Trieste C.le	REG	30	0	30	0
Trieste C.le - Gorizia	REG	40	0	40	0
Trieste C.le – Villa Opicina	REG	120	0	120	0
Villa Opicina – Trieste C.le – Udine	REG	120	0	120	4
Venezia S.L. – Treviso	REG	13	0	13	0
Treviso – Venezia S.L.	REG	13	0	13	0
Treviso – Venezia Mestre	LP	60	0	60	0
Treviso - Portogruaro	REG	60	0	60	4
Portogruaro - Treviso	REG	40	0	40	4
Portogruaro - Casarsa	REG	40	0	40	0
Casarsa – Portogruaro	REG	40	0	40	0
Trieste C.le – Venezia Mestre	LP (IC)	120	0	120	7
Trieste C.le – Venezia Mestre	LP (Frecce)	120	0	120	7
Venezia S.L. – Aeroporto M. Polo	LP	60	-	60	-
Aeroporto M. Polo - Venezia S.L.	LP	60	-	60	-


	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA IZ04	LOTTO 00	CODIFICA F 16 RG	DOCUMENTO TS 00 03 001	REV. B	FOGLIO 27 di 40

Tabella 4 - Modello di esercizio relativo agli scenari di “riferimento” e di “progetto” 2031


SCENARIO ITINERARIO	Missione di servizio	RIFERIMENTO 2031		PROGETTO 2031	
		Frequenza fascia bioraria di punta [min]	velocizzazioni rispetto all'attuale [min]	Frequenza fascia bioraria di punta [min] ²⁵	velocizzazioni rispetto all'attuale [min]
Venezia S.L. - Portogruaro	REG	40	0	27	4 + 2 = 6
Portogruaro – Venezia S.L.	REG	40	0	27	4 + 2 = 6
Venezia S.L. – Aeroporto M. Polo	REG	30	-	30	-
Aeroporto M. Polo - Venezia S.L.	REG	30	-	30	-
Venezia S.L. – Trieste C.le	REG	120	0	154	7 + 2 + 10= 19
Trieste C.le - Venezia S.L.	REG	60	0	77	7 + 2 + 10= 19
Udine – Trieste C.le	REG	30	0	24	4 + 2 + 10= 16
Trieste C.le - Udine	REG	120	0	94	4 + 2 + 10= 16
Gorizia – Trieste C.le	REG	30	0	30	10
Trieste C.le - Gorizia	REG	40	0	40	10
Trieste C.le – Villa Opicina	REG	120	0	120	0
Villa Opicina – Trieste C.le – Udine	REG	120	0	-	-
Villa Opicina – Trieste C.le	REG	-	-	120	0
Venezia S.L. – Treviso	REG	13	0	13	0
Treviso – Venezia S.L.	REG	13	0	13	0
Treviso – Venezia Mestre	LP	60	0	60	0
Treviso - Portogruaro	REG	60	0	60	4 + 2= 6
Portogruaro - Treviso	REG	40	0	40	4 + 2= 6
Portogruaro - Casarsa	REG	40	0	40	0
Casarsa – Portogruaro	REG	40	0	40	0
Trieste C.le – Venezia Mestre	LP (IC)	120	0	120	7 + 2 + 10= 19
Venezia Mestre – Trieste C.le	LP (IC)	-	-	120	7 + 2 + 10= 19
Trieste C.le – Venezia Mestre	LP (Frecce)	120	0	-	-
Venezia S.L. – Trieste C.le – Villa Opicina	LP (Frecce)	-	-	120	7 + 2 + 10= 19
Villa Opicina - Trieste C.le - Venezia S.L.	LP (Frecce)	-	-	120	7 + 2 + 10= 19
Venezia S.L. – Aeroporto M. Polo	LP	60	-	60	-
Aeroporto M. Polo - Venezia S.L.	LP	60	-	60	-
Venezia S.L. - Udine	LP	-	-	120	-
Venezia S.L. - Udine	LP	-	-	120	-

Relativamente alle velocizzazioni, in particolare:

- lo scenario di breve termine 2025 recepisce l'*upgrading* indotto dal PD “Potenziamento tecnologico”, ossia riduzioni di 7 minuti per i treni percorrenti l'intera tratta Venezia Mestre – Ronchi e di 4 minuti²⁶ per i treni percorrenti

²⁵ La frequenza di riferimento per la fascia bioraria di punta mattinata è stimata sulla base dei dati di input del Modello di Esercizio 2031 giornaliero e la quota attuale di servizi nella medesima fascia oraria rispetto al totale giornaliero feriale.

²⁶ La riduzione parziale di 4 minuti è stimata in considerazione della velocizzazione massima di 7 minuti e della tipologia e localizzazione degli interventi lungo la linea.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	28 di 40

parzialmente la tratta principale e per quelli sulla linea contigua Treviso – Portogruaro;

- lo scenario di medio termine 2031 recepisce l'*upgrading* indotto:
 - dal PFTE “Potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste”, dal PFTE della “Soppressione Passaggi a Livello”²⁷ e PFTE “Variante Latisana”, ossia una riduzione di 2 minuti sui tempi di percorrenza dei treni percorrenti parzialmente o totalmente la linea Venezia – Trieste;
 - dal PFTE “Variante Ronchi-Aurisina”, attualmente in fase di progettazione, che si stima possa indurre una riduzione dei tempi di percorrenza di 10 minuti alla totalità dei treni percorrenti la tratta Ronchi – Trieste – Aurisina²⁸, secondo le indicazioni progettuali ad oggi disponibili.

In considerazione del recente avvio della progettazione degli interventi sulla Ronchi – Aurisina , non sono ad oggi ancora disponibili dettagli circa gli elementi funzionali della variante in progettazione, pertanto lo scenario di progetto 2031 considera inoltre il mantenimento della fermata a Monfalcone alla totalità dei treni regionali e di lunga percorrenza (riconducibili a “IC”²⁹) percorrenti la tratta.


4.3. MODELLO DI RIPARTIZIONE MODALE E ASSEGNAZIONE

L'attività di modellizzazione ha previsto l'individuazione della domanda di mobilità ripartita per modo, attraverso il modello di ripartizione modale ottenuto con la calibrazione delle funzioni di costo dello scenario attuale (§3.2.3) e con le voci di costo relative all'offerta di ciascuno dei due orizzonti temporali (2025 e 2031) e per ciascuno dei due scenari (di “riferimento” e di “progetto”). In tal modo è possibile riprodurre le

²⁷ In questa fase di analisi e coerentemente con gli obiettivi del progetto e con il livello di dettaglio del modello macro sovraregionale, è stato tenuto in considerazione l'impatto della soppressione dei PL sulla velocizzazione complessiva dei servizi della linea ferroviaria, mentre sono stati trascurati gli impatti puntuali e locali di tali soppressioni sulla viabilità stradale.

²⁸ Cautelativamente la riduzione dei tempi di 10 minuti non è stata considerata per le corse limitate al servizio locale tra Trieste C.le e Villa Opicina, parzialmente percorrenti la tratta oggetto di interventi.

²⁹ Ai soli servizi di Lunga percorrenza riconducibili a “Frece” non è simulata la fermata a Monfalcone, analogamente allo scenario attuale.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	29 di 40

scelte degli utenti negli scenari futuri (2025 e 2031) che differiscono dall'attuale in termini di offerta di trasporto.

In relazione a ciascun scenario modellizzato sono ottenuti specifiche *skim matrices*, i cui valori sottendono le specifiche caratteristiche dell'offerta di trasporto assunte a riferimento (es. diversi tempi di percorrenza; incremento corse, ecc.) e che costituiscono la base per la fase di assegnazione della domanda di mobilità alle rispettive reti di offerta stradale e ferroviaria.

4.4. ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI SCENARI 2025 E 2031

Le attività consistono nell'analisi e nella valutazione degli scenari di "riferimento" e di "progetto" 2025 e 2031, assumendo a riferimento i risultati dell'assegnazione nella fascia bioraria di punta:

- dei flussi veicolari alla rete stradale dell'area di studio;
- della domanda ferroviaria alla rete su ferro.

Gli scenari sono inoltre valutabili mediante la Tabella 5 per il 2025 e 6 per il 2031, che sintetizzano i principali risultati della simulazione e i relativi indicatori di sintesi.


4.4.1. SCENARI 2025

Sono di seguito evidenziati i principali risultati delle simulazioni negli scenari di breve termine 2025, effettuate in considerazione delle assunzioni di stima della domanda (§4.1) e degli interventi introdotti (§4.2) per ciascuno dei due scenari di "riferimento" e di "progetto".

I risultati dell'assegnazione della domanda ferroviaria ai servizi di trasporto ferroviario evidenziano:

- nello scenario di "riferimento", 20.055 spostamenti nella fascia bioraria di punta mattinata sui servizi ferroviari modellizzati;
- nello scenario di "progetto", 20.569 spostamenti.

Gli interventi di velocizzazione ai servizi ferroviari sulla linea Venezia – Trieste, come descritti in §4.2, inducono un incremento di 514 spostamenti effettuati in modalità

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	30 di 40

ferroviaria rispetto allo scenario di “riferimento” (+2,6%) nella fascia oraria di punta mattinale.

I risultati della simulazione degli scenari di breve termine 2025 evidenziano medie di 302 e 310 passeggeri per corsa nella fascia bioraria di punta mattinale per l’intera area di studio rispettivamente per il “riferimento” e il “progetto”.

In termini di indicatori risultanti, gli scenari di breve termine (2025) della mobilità dell’area di studio sono descritti in tabella attraverso i seguenti indicatori, relativi alla fascia bioraria di punta e al giorno³⁰:

- offerta ferroviaria (numero di treni³¹);
- domanda di mobilità (passeggeri per entrambe le modalità “auto” e “treno”);
- quote modali, con riferimento al totale dell’area di studio;
- domanda in diversione modale (spostamenti), ossia numero di spostamenti effettuati attualmente in auto e che sono effettuati in treno negli scenari 2025;
- distanza media percorsa (km) per spostamento e per modalità di trasporto;
- tempo medio speso (ore) per spostamento e per modalità di trasporto.

Secondo la metodologia e le *assumption* illustrate in precedenza, i risultati della simulazione evidenziano che gli scenari di breve termine (2025) sono caratterizzati da un significativo incremento di utilizzo della modalità ferroviaria, con quote modali del 7,7% nel “riferimento” e del 7,9% nel “progetto”.

³⁰ Gli indicatori sono riportati al valore giornaliero attraverso il coefficiente moltiplicativo 12.

³¹ Relativamente al numero di treni, è stato individuato il valore della fascia bioraria a partire dal valore di input giornaliero.


	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA IZ04	LOTTO 00	CODIFICA F 16 RG	DOCUMENTO TS 00 03 001	REV. B	FOGLIO 31 di 40

Tabella 5 – Sintesi degli indicatori, scenari attuale e 2025 a confronto


SCENARIO	ATTUALE	RIFERIMENTO	PROGETTO
OFFERTA FERROVIARIA (n° treni)			
<i>fascia bioraria</i>	56	68	68
<i>giorno</i>	291	383	383
DOMANDA (passeggeri)			
<i>fascia bioraria - Auto</i>	239.813	239.566	239.052
<i>fascia bioraria - Treno</i>	19.033	20.055	20.569
<i>giorno - Auto</i>	1.998.442	1.996.383	1.992.100
<i>giorno - Treno</i>	158.608	167.125	171.408
QUOTA MODALE			
<i>Auto</i>	92,65	92,28	92,08
<i>Treno</i>	7,35	7,72	7,92
DOMANDA IN SHIFT MODALE (spostamenti)			
<i>fascia bioraria</i>			514
<i>giorno</i>			4.283
DISTANZA MEDIA PERCORSA (km / spostamento)			
<i>Auto</i>	27,7	28,3	28,3
<i>Treno</i>	30,5	14,7	15,2
TEMPO MEDIO DI VIAGGIO (ore / spostamento)			
<i>Auto</i>	0,5730	0,5867	0,5861
<i>Treno</i>	0,4619	0,2537	0,2509

4.4.2. SCENARI 2031

Sono di seguito evidenziati i principali risultati delle simulazioni negli scenari di medio termine 2031, effettuate in considerazione delle assunzioni di stima della domanda (§4.1) e degli interventi introdotti (§4.2) per ciascuno dei due scenari di “riferimento” e di “progetto”.

I risultati dell’assegnazione della domanda ferroviaria ai servizi di trasporto ferroviario evidenziano:

- nello scenario di “riferimento”, 20.078 spostamenti nella fascia bioraria di punta mattinale sui servizi ferroviari modellizzati;
- nello scenario di “progetto”, 24.806 spostamenti.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	32 di 40

Gli interventi di velocizzazione e di potenziamento dei servizi ferroviari sulla linea Venezia – Trieste, come descritti in §4.2, inducono un incremento di 4.728 spostamenti effettuati in modalità ferroviaria rispetto allo scenario di “riferimento” (+23,5%) nella fascia oraria di punta mattinale.

I risultati della simulazione degli scenari di medio termine 2031 evidenziano medie di 302 e 335 passeggeri per corsa nella fascia bioraria di punta mattinale per l'intera area di studio rispettivamente per il “riferimento” e il “progetto”.

In termini di indicatori risultanti, gli scenari di medio termine (2031) della mobilità dell'area di studio è descritto in tabella attraverso i seguenti indicatori, relativi alla fascia bioraria di punta e al giorno³²:

- offerta ferroviaria (numero di treni³³);
- domanda di mobilità (passeggeri per entrambe le modalità “auto” e “treno”);
- quote modali, con riferimento al totale dell'area di studio;
- domanda in diversione modale (spostamenti), ossia numero di spostamenti effettuati attualmente in auto e che sono effettuati in treno negli scenari 2031;
- distanza media percorsa (km) per spostamento e per modalità di trasporto;
- tempo medio speso (ore) per spostamento e per modalità di trasporto.

Secondo la metodologia e le *assumption* illustrate in precedenza, i risultati della simulazione evidenziano che gli scenari di medio termine (2031) sono caratterizzati da un significativo incremento di utilizzo della modalità ferroviaria, con quote modali del 7,7% nel “riferimento” e del 9,6% nel “progetto”.

³² Gli indicatori sono riportati al valore giornaliero attraverso il coefficiente moltiplicativo 12.

³³ Relativamente al numero di treni, è stato individuato il valore della fascia bioraria a partire dal valore di input giornaliero.



	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	33 di 40

Tabella 6 – Sintesi degli indicatori, scenari attuale e 2031 a confronto

SCENARIO	ATTUALE	RIFERIMENTO	PROGETTO
OFFERTA FERROVIARIA (n° treni)			
<i>fascia bioraria</i>	56	68	77
<i>giorno</i>	291	383	467
DOMANDA (passeggeri)			
<i>fascia bioraria - Auto</i>	239.813	239.801	235.073
<i>fascia bioraria - Treno</i>	19.033	20.078	24.806
<i>giorno - Auto</i>	1.998.442	1.998.342	1.958.942
<i>giorno - Treno</i>	158.608	167.317	206.717
QUOTA MODALE			
<i>Auto</i>	92,65	92,27	90,45
<i>Treno</i>	7,35	7,73	9,55
DOMANDA IN SHIFT MODALE (spostamenti)			
<i>fascia bioraria</i>			4.728
<i>giorno</i>			39.400
DISTANZA MEDIA PERCORSA (km / spostamento)			
<i>Auto</i>	27,7	28,3	28,3
<i>Treno</i>	30,5	14,7	15,1
TEMPO MEDIO DI VIAGGIO (ore / spostamento)			
<i>Auto</i>	0,5730	0,5870	0,5863
<i>Treno</i>	0,4619	0,2537	0,2293

	LINEA VENEZIA TRIESTE POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA IZ04	LOTTO 00	CODIFICA F 16 RG	DOCUMENTO TS 00 03 001	REV. B	FOGLIO 34 di 40

5. RISULTATI COMPLESSIVI

Le tabelle di seguito esplicitano i risultati delle simulazioni negli scenari di breve e medio termine ed utilizzati per lo sviluppo dell'Analisi costi Benefici per i cui dettagli si rimanda all'elaborato IZ04.00.F.16.RG.EF0000.001.A, in considerazione delle assunzioni di stima della domanda e degli interventi introdotti per ciascuno dei due scenari di "riferimento" e di "progetto"



LINEA VENEZIA TRIESTE
 POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE

STUDIO DI TRASPORTO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	A	35 di 40

DATO RICHIESTO	UNITA' DI MISURA	Incremento della mobilità al 2025 rispetto 2019 (0,3%) stimato sulla base degli indicatori previsionali socio-economici		Incremento della mobilità al 2031 rispetto 2019 (0,4%) stimato sulla base degli indicatori previsionali socio-economici	
		2025-riferimento	2025-progetto	2031-riferimento	2031-progetto
Modello di esercizio dei servizi standard - linea Venezia-Trieste	Treni/2 ore di punta - REG	60	60	60	
	Treni/2 ore di punta - LP	8	8	8	
	Treni/2 ore di punta - TOT	68	68	68	
	Treni/giorno - REG	336	336	336	378
	Treni/giorno - LP	47	47	47	
	Treni/giorno - TOT	383	383	383	467
Spostamenti auto	passengeri/2 ore di punta	239.567	239.052	239.801	235.073
	passengeri/giorno	1.996.388	1.992.101	1.998.342	1.958.943
Spostamenti treno	passengeri/2 ore di punta	20.055	20.569	20.078	24.806
	passengeri/giorno	167.125	171.408	167.317	206.717
Domanda in diversione modale: spostamenti ferroviari sottratti al trasporto privato su strada	passengeri/2 ore di punta (auto->treno)	-	514	-	4.728
	passengeri/giorno (auto->treno)	-	4.283	-	39.400




LINEA VENEZIA TRIESTE
 POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE

STUDIO DI TRASPORTO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IZ04 00 F 16 RG TS 00 03 001 B 36 di 40

	Domanda	Incremento della mobilità al 2025 rispetto 2019 (0,3%) stimato sulla base degli indicatori previsionali socio-economici		Incremento della mobilità al 2031 rispetto 2019 (0,4%) stimato sulla base degli indicatori previsionali socio-economici	
	Offerta	Inserimento dei servizi di collegamento ferroviario tra Venezia S.Lucia e Aeoporto Marco Polo rispetto al 2019	velocizzazione dei servizi ferroviari tra Venezia S.Lucia e Trieste rispetto al 2025-riferimento	Inserimento dei servizi di collegamento ferroviario tra Venezia S.Lucia e Aeoporto Marco Polo rispetto al 2019	velocizzazione e incremento dei servizi ferroviari tra Venezia S.Lucia e Trieste rispetto al 2031-riferimento
DATO RICHIESTO	UNITA' DI MISURA	Scenario di attivazione 1		Scenario di attivazione 2	
		2025-riferimento	2025-progetto	2031-riferimento	2031-progetto
Distanze medie per passeggero	km (auto)	28,27	-	28,27	-
	km (treno)	14,70	15,19	14,70	15,14
	km risparmiati (auto --> treno)		13,08		13,13
Distanze medie per servizio	km (REG)	61,17	61,17	61,17	61,17
	km (LP)	74,21	74,21	74,21	89,29

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	A	37 di 40

6. CONCLUSIONI

L'insieme degli interventi oggetto del presente studio comprende, in sintesi:

- l'*upgrading* tecnologico della tratta Mestre-Ronchi Sud per la velocizzazione fino a 200 km/h;
- il potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste, che include:
 - interventi puntuali sulle caratteristiche del tracciato e di modifica/adequamento delle opere civili;
 - varianti di tracciato fuori sede in Portogruaro, Latisana e sul fiume Isonzo;
 - la soppressione dei passaggi a livello lungo la linea storica;
- la variante di tracciato Ronchi-Aurisina, attualmente in fase di progettazione e considerando gli elementi progettuali ad oggi disponibili;
- la realizzazione del collegamento ferroviario con l'Aeroporto di Venezia.

Lo studio è stato effettuato mediante simulazioni modellistiche del sistema multimodale relativo alle modalità stradale privata e ferroviaria delle Province di Treviso, Venezia, Padova, Udine, Gorizia, Trieste e Pordenone con un approccio di tipo macro, ricostruendo lo scenario attuale (2019) e considerando due orizzonti temporali futuri:


- di breve termine 2025;
- di medio termine 2031.

Le attività di modellizzazione e simulazione sono state articolate secondo 2 scenari di offerta di "riferimento" e di "progetto" per ciascuno dei due orizzonti 2025 e 2031.

Gli scenari "di riferimento" rappresentano lo stato attuale delle infrastrutture viabilistiche e recepiscono la realizzazione del collegamento ferroviario con l'Aeroporto Marco Polo di Venezia.

Gli scenari "di progetto" tengono conto degli interventi di "riferimento" previsti e degli interventi progettuali, quali:

- orizzonte 2025, realizzazione del PD "Potenziamento tecnologico della linea Venezia-Trieste", che induce velocizzazioni ai servizi ferroviari percorrenti


	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	38 di 40

totalmente o parzialmente la linea Venezia-Trieste di 4 o di 7 minuti a seconda della lunghezza del percorso;

- orizzonte 2031, completamento della totalità degli interventi al sistema di trasporto ferroviario riconducibili ai seguenti progetti:
 - PD “Potenziamento tecnologico” della linea Venezia-Trieste, che induce velocizzazioni ai servizi ferroviari percorrenti totalmente o parzialmente la linea assunte pari a 4 o a 7 minuti;
 - PFTE “Potenziamento infrastrutturale della linea Venezia-Trieste”, PFTE “Soppressione 11 Passaggi a Livello”³⁴ e PFTE “Variante Latisana”, che inducono velocizzazioni ai servizi ferroviari percorrenti totalmente o parzialmente la linea Venezia-Trieste assunte pari a 2 minuti;
 - PFTE “Variante Ronchi-Aurisina”, attualmente in fase di progettazione, che è stato modellizzato mediante una riduzione dei tempi di percorrenza di 10 minuti alla totalità dei treni percorrenti la tratta Ronchi – Trieste – Aurisina, secondo le indicazioni progettuali ad oggi disponibili. In considerazione delle attività tuttora in corso di progettazione e di definizione degli elementi funzionali, si considera inoltre il mantenimento della fermata a Monfalcone alla totalità dei treni regionali e di lunga percorrenza (riconducibili a “IC”) percorrenti la tratta.

Il modello assume come input principali la matrice O/D della domanda di mobilità sistemica della fascia bioraria di punta mattinatale (7.00-9.00), elaborata a partire dai dati ISTAT, la rete viabilistica dell’intera area di studio e la configurazione di offerta ferroviaria sia regionale sia di lunga percorrenza sulle linee Venezia-Trieste, Venezia-Treviso, Udine-Cervignano-Trieste/Villa Opicina, Gorizia-Trieste, Treviso-Portogruaro e Portogruaro-Casarsa.

³⁴ In questa fase di analisi e coerentemente con gli obiettivi del progetto e con il livello di dettaglio del modello macro sovregionale, è stato tenuto in considerazione l’impatto della soppressione degli 11 PL sulla velocizzazione complessiva dei servizi della linea ferroviaria, mentre sono stati trascurati gli impatti puntuali e locali di tali soppressioni sulla viabilità stradale.

	LINEA VENEZIA TRIESTE					
	POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	00	F 16 RG	TS 00 03 001	B	39 di 40


Secondo la metodologia e le *assumption* illustrate in precedenza, i risultati della simulazione evidenziano che lo scenario attuale (2019) è caratterizzato da un significativo utilizzo della modalità ferroviaria, con una quota modale di ~7%, che nella fascia bioraria di punta mattinale risulta prevalentemente orientato a spostamenti di medio-breve raggio (~15 km e ~15 minuti di viaggio), con ~19.000 spostamenti riconducibili al mezzo ferroviario nell'area di studio.

Le simulazioni relative agli scenari di progetto futuri (2025 e 2031) evidenziano un *trend* della mobilità a favore della modalità ferroviaria, seppur in un contesto in cui è confermato il ruolo di modalità prevalente dell'auto privata.

In relazione allo scenario 2025 di "progetto", gli interventi di velocizzazione parziale ai servizi ferroviari sulla linea Venezia-Trieste in seguito al PD "Potenziamento tecnologico della linea Venezia-Trieste" inducono rispetto allo scenario di "riferimento" un aumento dell'utilizzo della modalità ferroviaria, con una quota modale di 7,7% rispetto a 7,4%, e un incremento di 514 spostamenti ferroviari (+2,6%) nella fascia oraria di punta mattinale.

Lo scenario 2031 di "progetto" evidenzia un ulteriore incremento nell'utilizzo della modalità ferroviaria, in quanto rispetto al relativo scenario di "riferimento" presenta una quota modale ferroviaria di 9,6% rispetto a 7,7% e l'acquisizione di 4.728 spostamenti effettuati in modalità ferroviaria rispetto allo scenario di "riferimento" (+23,5%) nella fascia oraria di punta mattinale.

Tali risultati relativi alla simulazione dello scenario di "progetto" 2031 sottendono il recepimento degli elementi progettuali ad oggi disponibili in relazione al potenziamento della tratta tra Ronchi e Aurisina, attualmente in corso, che saranno necessariamente oggetto di verifiche e approfondimenti in fasi successive di studio. I diversi elementi progettuali successivamente da formulare e da acquisire in merito al modello di esercizio e ai tempi di percorrenza sulla tratta Ronchi-Aurisina, in particolare, potranno comportare una diversa modulazione degli incrementi nell'utilizzo del mezzo ferroviario nell'intera area di studio nello scenario di "progetto" 2031.

	LINEA VENEZIA TRIESTE POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA – TRIESTE					
STUDIO DI TRASPORTO	COMMESSA IZ04	LOTTO 00	CODIFICA F 16 RG	DOCUMENTO TS 00 03 001	REV. B	FOGLIO 40 di 40

Considerando le ipotesi e le assunzioni formulate, nonché i dati e gli elementi progettuali ad oggi disponibili, gli interventi di progetto, in sintesi consistenti in velocizzazioni e potenziamenti dei servizi ferroviari sulla linea Venezia - Trieste, risultano quindi vantaggiosi per il sistema dei trasporti e della mobilità dell'area interessata, generando impatti positivi per la modalità su ferro.