

T.M.C srl

Da: terminalcentropadanosrl <terminalcentropadanosrl@pec.it>
Inviato: martedì 9 febbraio 2021 17:09
A: comune.caorso@sintranet.legalmail.it; comune.monticelli@sintranet.legalmail.it; provpc@cert.provincia.pc.it
Oggetto: Progetto terminal ferroviario multimodale internazionale all'interno del Polo Produttivo di Sviluppo Territoriale (PPST) n°2 - denominato "San Nazzaro-Caorso". STUDIO DEL TRAFFICO
Allegati: C225-4-003-210208-mba-Relazione_studio_di_traffico.pdf; lettera trasmiss STUDIO TRAFFICO.pdf

Si trasmette lo studio del traffico richiesto per il progetto citato in oggetto.
Cordiali saluti



T.M.C.SRL

TERMINAL MULTIMODALE INTERNAZIONALE CENTROPADANO

**Gent.ª Sig. Sindaco del
Comune di Caorso**

P.zza Rocca, 1

29012 CAORSO (PC)

PEC: comune.caorso@sintranet.legalmail.it

**Egr. Sig. Sindaco del
Comune di Monticelli d'Ongina**

Via Cavalieri di V. Veneto, 2

29010 MONTICELLI D'ONGINA (PC)

PEC: comune.monticelli@sintranet.legalmail.it

**Egr. Dott. Vittorio Silva
Servizio Territorio e Urbanistica
della Provincia di Piacenza**

C.so Garibaldi, 50

29121 PIACENZA (PC)

PEC: provpc@cert.provincia.pc.it

p.c. **Gent.a dott.a Patrycja Kulesza
European Commission
Innovation and Networks Executive Agency (INEA)
Unit C2 - Central and South East Europe + ATM**

Chaussée de Wavre 910
W910 02/026
B-1049 Brussels
E-mail: Patrycja.Kulesza@ec.europa.eu

p.c. **Gent.le ing. Federica Polce**

**Divisione IV- Sviluppo della rete di trasporto
transeuropea e dei corridoi multimodali**

**Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi
informativi e statistici**

**DG per lo sviluppo del territorio, la
programmazione e i progetti internazionali**

Ministero delle infrastrutture e dei trasporti

E-mail: federica.polce@mit.gov.it

p.c. **Gent.le dott. Anna Giarandoni**

Fondazione Istituto sui Trasporti e la Logistica

Via dei Mille, 21

40121 Bologna

E-mail: Anna.Giarandoni@regione.emilia-romagna.it

Piacenza, 6 febbraio 2021

**Oggetto: Progetto del Terminal ferroviario Multimodale internazionale all'interno del Polo
Produttivo di Sviluppo Territoriale (PPST) N° 2 – denominato "San Nazzaro – Caorso".
STUDIO DEL TRAFFICO**

Premesso che:

- il Progetto di Terminal ferroviario Multimodale internazionale e di Porto fluviale, vista la sua strategicità per favorire il trasporto delle merci via ferro e via acqua, obiettivo prioritario della Comunità europea e, in particolare, del Green Deal, è stato finanziato dalla Commissione europea nell'ambito del bando *CEF Connecting Europe Facility 2014-2020 TRANSPORT "DESIGNING MULTIMODAL FREIGHT PLATFORMS BRIDGING NORTHERN EMILIA AND SOUTHERN LOMBARDY TO THE TEN-T NETWORK"*; è quindi l'evidente interesse pubblico che riveste (già riconosciuto dal Comune di Monticelli d'Ongina);
- la scheda *Polo Produttivo di Sviluppo Territoriale (PPST) N° 2* dell'Allegato N7 alle Norme del Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP) prevede che **"i nuovi ambiti**

dovranno essere dotati di collegamento diretto con il sistema ferroviario e che *“in fase attuativa dovranno essere previsti specifici studi di traffico che verifichino la capacità della rete viabilistica principale e a servizio dell’area e l’adeguatezza delle intersezioni tra la stessa viabilità provinciale e la viabilità interna agli ambiti”*;

- l'Accordo territoriale, stipulato tra la Provincia di Piacenza e i Comuni di Monticelli d'Ongina e Caorso in data 26/01/2012, all'articolo 5 “Sistema delle infrastrutture per la mobilità”, stabilisce, in coerenza con il PTCP, che, al fine di ottimizzare l'accessibilità al PPST e garantire la sostenibilità del sistema della mobilità, debba essere elaborato uno **Studio sul traffico** e definiti gli interventi necessari per adeguare e migliorare le infrastrutture esistenti.

Lo Studio, secondo l'Accordo territoriale, deve riguardare:

- a) il completamento del programma di realizzazione delle rotatorie e delle infrastrutture viarie previste nel Comune di Caorso di cui agli accordi sottoscritti in data 29 giugno 2010 (prot. Comune di Caorso n. 9467 del 16 settembre 2010);
 - b) l'adeguamento eventuale ai volumi di traffico indotti dai nuovi insediamenti, gli accessi esistenti alla zona logistica già insediata nel Comune di Monticelli d'Ongina;
 - c) **la definizione delle azioni per promuovere presso gli Enti preposti la realizzazione del nuovo raccordo ferroviario con la tratta Cremona - Piacenza;**
 - d) la previsione e la realizzazione di ogni altra opera di riqualificazione viabilistica eventualmente necessaria a favorire e mettere in sicurezza il traffico da e per il Polo logistico;
- durante l'incontro tenutosi in data 27.10.2020 organizzato per la presentazione del progetto preliminare di Terminal ferroviario intermodale è stato chiesto dagli illustri Sindaci in indirizzo che la nostra Società producesse, per poter procedere nella valutazione del progetto del Terminal ferroviario, lo Studio di traffico previsto dal richiamato Accordo territoriale;

con la presente si trasmette lo Studio del traffico redatto, su nostro incarico, dalla società Aleph s.r.l, e già illustrato dagli estensori nella conference call del 22 gennaio 2021; studio che ha verificato la piena compatibilità del Terminal ferroviario e del Porto fluviale con l'attuale assetto viabilistico.

Restando in attesa di cortese riscontro, si porgono distinti saluti

T.M.C. s.r.l.
L'Amministratore
Sergio Sara

T.M.C. Srl
Terminal Multimediale Informativa Centropadano
Via Matteotti, 23 Cell. 335.6501318
26864 Ospedaletto Lodigiano (LO)-ITALIA
Part. IVA: 10509580964
E-mail: infosbs.con@gmail.com



INNOVATION AND NETWORKS EXECUTIVE AGENCY

CEF Connecting Europe Facility

2014-2020 TRANSPORT



T.M.C.SRL

TERMINAL MULTIMODALE INTERNAZIONALE CENTROPADANO

***“DESIGNING MULTIMODAL FREIGHT PLATFORMS
BRIDGING NORTHERN EMILIA AND SOUTHERN
LOMBARDY TO THE TEN-T NETWORK”***

**TERMINAL FERROVIARIO INTERMODALE E PORTO
FLUVIALE COMMERCIALE**

STUDIO DI TRAFFICO

Elaborazioni:



Aleph s.r.l.
Via Carducci 17 – 50131 Firenze
P.IVA 05839370482
info@alephprogetti.com - www.alephprogetti.com

Oggetto	Relazione tecnica
Commessa	C225 – 3
Revisione	02.00
Gruppo di Lavoro	Ing. Camilla Baroncelli Ing. Marco Balducci
Approvato	Ing. Luigi Costalli
Data di emissione	05/02/2021

INDICE

1.	PREMESSA.....	5
1.1	Introduzione	5
1.2	Descrizione degli scenari di analisi	7
2.	INTRODUZIONE METODOLOGICA	8
2.1	La microsimulazione	8
2.2	Il Trip Generation Manual	9
2.3	Criteri di valutazione funzionali	10
3.	DATI DI TRAFFICO E RICOSTRUZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE.....	13
3.1	Flussi registrati dalla rete di monitoraggio della Regione Emilia Romagna	13
3.2	Dati di traffico dello svincolo di Caorso dell'Autostrada A21	16
3.3	Dati di traffico lungo l'Autostrada A21	18
3.4	Ricostruzione del traffico allo stato attuale	19
3.5	Stima della matrice di domanda attuale	21
3.6	Ricostruzione della matrice di domanda futura	22
4.	STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO	24
4.1	Terminal ferroviario	24
4.1.1	<i>Metodologia di stima del traffico indotto</i>	25
4.1.2	<i>Stima del traffico indotto</i>	27
4.2	Porto fluviale commerciale	28
4.2.1	<i>Inquadramento</i>	28
4.2.2	<i>Stima della capacità del porto</i>	32
4.2.3	<i>Metodologia di stima del traffico indotto</i>	34
4.2.4	<i>Stima del traffico indotto</i>	35
4.3	Comparti urbanistici	37
4.3.1	<i>Metodologia di stima del traffico indotto</i>	39
4.3.2	<i>Stima dei flussi dell'ora di punta</i>	41
4.3.3	<i>Stima dei flussi giornalieri</i>	44
4.3.4	<i>Stima dei flussi annuali e confronto con altri poli logistici</i>	45
5.	IL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE	46
5.1	Scenari di simulazione	46
6.	SCENARIO DELLO STATO ATTUALE - ATTUALE A0	49
6.1	Implementazione modello e calibrazione	49
6.2	Validazione del modello	50
6.3	Risultanze funzionali	51
7.	SCENARIO DELLO STATO DI RIFERIMENTO - SCENARIO R0	54
7.1	Input dello scenario	54

7.2	Risultanze funzionali	54
8.	SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P1	57
8.1	Input dello scenario	57
8.2	Risultanze funzionali	57
9.	SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P2	61
9.1	Input dello scenario	61
9.2	Risultanze funzionali	61
10.	SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P3	65
10.1	Input dello scenario	65
10.2	Risultanze funzionali	65
11.	SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P4	69
11.1	Input dello scenario	69
11.2	Risultanze funzionali	69
12.	SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P5	73
12.1	Input dello scenario	73
12.2	Risultanze funzionali	73
13.	MACRO INDICATORI DI RETE	77
13.1	Percorrenze chilometriche, tempi di percorrenza, velocità medie	77
13.2	Tempi medi di viaggio tra le principali coppie O/D	78
13.3	Principali Intersezioni lungo la SP10R	79
	13.3.1 SP10R - Svincolo sud A21	79
	13.3.2 SP10R - Svincolo nord A21	81
	13.3.3 SP10R - Via Canada	82
14.	VALUTAZIONI CONCLUSIVE.....	84
ALLEGATO A		86
	Analisi dei flussi veicolari sulla rete viaria	86
	Postazione 128	86
	Postazione 300	89
	Postazione 309	92
	Postazione 389	95
	Postazione 390	98
	Postazione 391	101
	Postazione 393	104
	Postazione 614	107
	Postazione 616	110
	Correzione della matrice di domanda attuale	114

1. PREMESSA

1.1 Introduzione

L'insieme degli interventi contenuti nel Progetto Definitivo del Terminal Multimodale Internazionale Centropadano e del Porto fluviale commerciale ha l'obiettivo di creare un importante nodo di interscambio modale, che potenziando il trasporto merci su ferro e le vie d'acqua, permetterà una riduzione complessiva delle emissioni nel trasporto delle merci tra il Centro-Nord Italia e tutto il resto d'Europa, da una parte concorrendo allo sviluppo dei corridoi della rete TEN-T e dall'altra beneficiando della sua attrattività.

L'area di interesse ricade a cavallo dei comuni di Caorso e Monticelli d'Ongina; le due Amministrazioni e l'Amministrazione provinciale hanno sottoscritto uno specifico Accordo Territoriale per l'attuazione del Polo Produttivo di Sviluppo Territoriale (PPST) n. 2 di "San Nazzaro-Caorso" in accordo col Piano della Provincia di Piacenza (PTCP). Il presente Studio di Traffico è stato predisposto secondo le richieste dell'Articolo 5 del suddetto Accordo Territoriale e in accordo con la Scheda 2 dell'Allegato 7 delle Norme del suddetto PTCP.

La rete infrastrutturale è stata analizzata sia nella configurazione attuale sia considerando la realizzazione delle rotatorie di connessione della viabilità dello svincolo autostradale di Caorso con l'arteria provinciale e il raddoppio della strada stessa fino alla grande rotatoria ovale a Nord di Caorso.

La prima fase dello studio ha riguardato la ricostruzione del traffico attuale nell'area, a partire dall'elaborazione degli andamenti medi orari registrati per i flussi veicolari in corrispondenza di alcuni punti della rete viaria di studio. La domanda di trasporto negli scenari futuri è stata incrementata tramite la stima del numero di veicoli indotti dai comparti urbanistici confinanti e già in una fase di attuazione e realizzazione nell'area, prevedibili allo stato attuale della pianificazione nella porzione rimanente del PPST. Separatamente, con la stessa metodologia, sono stati stimati i veicoli indotti dai comparti appartenenti al progetto. Tramite *benchmarking* con altri terminal, porti fluviali e poli logistici del centro-nord d'Italia è stato validato il valore calcolato dei veicoli pesanti generati e attratti dal Terminal ferroviario e dal Porto fluviale.

Lo studio è stato organizzato considerando scenari attuativi incrementali, che considerano l'incremento di domanda e offerta nel tempo.

Per valutare la qualità della circolazione dello scenario attuale e degli scenari progettuali è stato implementato un micromodello dinamico di simulazione del traffico

Gli Scenari di Progetto sono stati valutati e confrontati tramite degli indicatori sintetici quali-quantitativi delle condizioni di deflusso lungo il corridoio viario della strada SP10R e presso le principali intersezioni interessate dai flussi veicolari di progetto.

È importante sottolineare l'approccio cautelativo con cui è stato predisposto lo Studio di Traffico: tale scelta è la migliore in caso di approfondimenti progettuali ancora in corso perché assicura che le analisi ed i risultati conseguenti siano correlabili alle condizioni di attuazione che possono determinare i massimi livelli di traffico. In particolare, tale approccio ha influito soprattutto la scelta in termine di:

- ricostruzione del traffico allo stato attuale, associata al giorno feriale medio neutro rilevato in ciascuna postazione, anche se non contemporaneo;
- mancata interazione/sinergia tra operatività del terminal ferroviario e quella dei comparti logistici, con conseguente stima molto cautelativa del traffico indotto;
- adozione dell'*upper bound* in termini di traffico indotto da ciascun comparto, in particolare dai comparti con destinazione logistico-produttiva.

1.2 Descrizione degli scenari di analisi

Per aiutare la comprensione dei capitoli seguenti, si illustrano le caratteristiche principali dei vari scenari di analisi studiati. Le caratteristiche specifiche di ciascun scenario e i volumi di traffico ad essi associati saranno dettagliatamente descritte in seguito.

Tabella 1 – Prospetto riassuntivo degli scenari di simulazione

Scenario	Denominazione	Domanda	Offerta
1	Attuale A0	Stato attuale del traffico	Stato attuale dell'offerta
2	Riferimento R0	A0 + Comparti in fase di attuazione	A0 + rotatoria D6 + rotatoria AR4
3	Progetto P1	R0 + Terminal ferroviario + porto fluviale	R0 + raddoppio corsie da rotatoria D6 a rotatoria AR4
4	Progetto P2	P1+ Comparti 3 Monticelli e 5 ovest Monticelli	P1+ raddoppio corsie da rotatoria AR4 a ingresso polo logistico
5	Progetto P3	P2 + Comparto 4 Caorso	
6	Progetto P4	P3 + Comparto 5 est Monticelli	
7	Progetto P5	P2 + Comparto 4 Caorso e 5 est Monticelli al massimo carico urbanistico stimabile dallo stato pianificatorio	

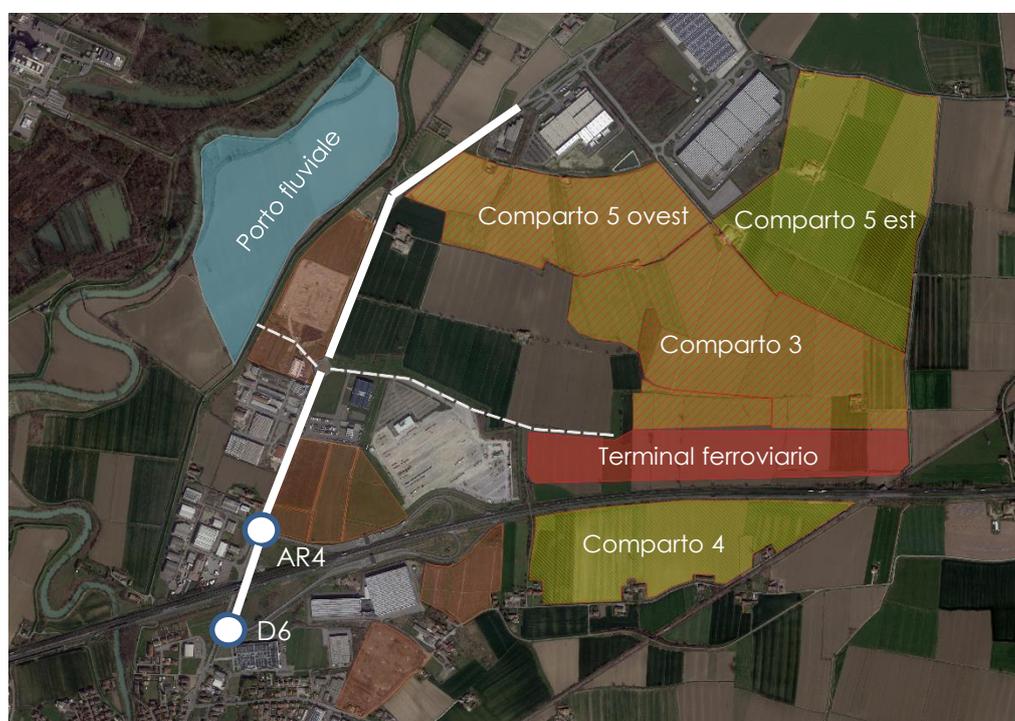


Figura 1 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario P5

2. INTRODUZIONE METODOLOGICA

2.1 La microsimulazione

Alla base del presente studio si è scelto di porre un modello di microsimulazione dinamica utile a valutare nel dettaglio le dinamiche di deflusso osservate nell'area, legate soprattutto all'interazione dei veicoli che percorrono traiettorie in conflitto e alla capacità di ricezione delle intersezioni, soprattutto in presenza di veicoli di categorie diverse. I modelli di tipo macro, infatti, permettono di valutare l'utilizzo della capacità delle arterie stradali e le direttrici utilizzate nelle scelte di percorso per le diverse relazioni Origine-Destinazione, ma non permettono di indagare gli effetti di interazioni di tipo micro tra singoli veicoli. Invece, attraverso la calibrazione di parametri comportamentali delle diverse categorie di utenza e dei coefficienti alla base del funzionamento dei modelli di scelta, è possibile ricostruire con affidabilità le dinamiche di interazione tra le correnti veicolari e di formazione degli accodamenti e di analizzare le prestazioni delle intersezioni.

Il modello ha quindi lo scopo di:

- verificare il livello di servizio degli archi stradali e delle intersezioni
- controllare le conseguenze di scelte progettuali puntuali, in particolare in corrispondenza dei nodi, sulle *performance* generali della rete e su quelle specifiche nei pressi dei nodi stessi.

Il software di microsimulazione assegna la domanda all'offerta di trasporto tramite un modello di assegnazione dinamico, che tiene conto quindi dell'evoluzione temporale delle condizioni di traffico lungo il sistema di offerta simulato. Più precisamente, il processo si basa sull'ottenimento di una soluzione stocastica al problema, dal momento che l'evoluzione temporale del sistema non è univocamente determinabile, ma dipende da vari fattori, tra cui il comportamento degli utenti. Per questo motivo la microsimulazione integra diversi modelli matematici per descrivere i comportamenti dei singoli veicoli nelle situazioni di:

- accodamento al veicolo precedente (Car Following);
- cambio di corsia (Lane Changing);
- accettazione del tempo di attesa (Gap Acceptance).

2.2 Il Trip Generation Manual

Per la stima del traffico indotto dalle nuove attività che si andranno ad insediare nel Polo di Sviluppo Territoriale di San Nazzaro-Caorso è stata adottata una metodologia riconosciuta a livello internazionale, ovvero la procedura del Trip Generation Manual dell'ITE (Institute of Transportation Engineers). Questa procedura si basa su funzioni di generazione per categoria di destinazione del suolo, parametrizzate su grandezze caratteristiche come popolazione, superficie di vendita, numero di addetti.

La determinazione delle funzioni di generazione e degli indici parametrici per categoria è basata sull'analisi statistica di strutture analoghe per destinazione d'uso e dimensione (Study Site in Figura 2); le strutture di riferimento sono principalmente realtà degli Stati Uniti d'America. La stima del traffico generato dalla particolare infrastruttura è quindi ottenuta moltiplicando il valore tipico di uso del suolo preso a riferimento (nel nostro caso i metri quadrati di superficie utile destinati all'attività, stimati in fase di progettazione preliminare coincidenti con quelli della superficie coperta) per l'indice di generazione riportato dal Manuale Trip Generation, ovvero sostituendo il particolare parametro nell'equazione di regressione.

La metodologia, originariamente americana, è riconosciuta ed adottata anche in Europa in contesti analoghi: numerosi riferimenti nella pratica professionale e nella letteratura scientifica ne hanno dimostrato il buon livello di approssimazione delle stime, riconoscendo casomai una eventuale stima in eccesso, quindi a favore di sicurezza. Nel caso dello studio in oggetto, la validazione del metodo è stata fatta tramite un benchmarking con altri poli logistico-produttivi del centro-nord, di cui si disponevano i dati di traffico in ingresso-uscita e le dimensioni territoriali.

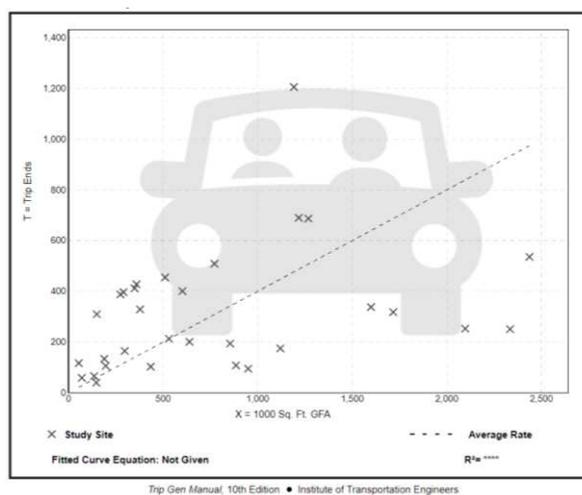


Figura 2 - Esempio tabella di stima Trip Generation (ITE)

2.3 Criteri di valutazione funzionali

Il software di microsimulazione assegna la domanda all'offerta di trasporto tramite un modello di assegnazione dinamico, che tiene conto quindi dell'evoluzione temporale del sistema di offerta simulato. Più precisamente, il processo si basa sull'ottenimento di una soluzione stocastica al problema, dal momento che l'evoluzione temporale del sistema non è univocamente determinabile, ma dipende da vari fattori, tra cui il comportamento degli utenti. Vengono quindi effettuate diverse simulazioni del medesimo scenario, che non restituiscono gli stessi risultati puntuali in termini di tempi di percorrenza e flusso, perché la scelta del percorso del singolo veicolo dipende dall'evoluzione temporale dello scenario: questa, a sua volta, cambia al variare dei parametri comportamentali dell'utente, contraddistinti anch'essi da una variabilità casuale all'interno di *range* definiti. I parametri calibrati sul modello attuale sono quindi riutilizzati per la simulazione degli scenari futuri.

Il confronto sintetico tra le prestazioni dei diversi scenari simulati è possibile tramite i seguenti indicatori:

- macroindicatori trasportistici:
 - tempo di percorrenza complessivo della simulazione [veic*h];
 - percorrenza complessiva della simulazione [veic*km];
 - velocità media della simulazione [km/h];
- indicatori relativi ai percorsi:
 - tempo di percorrenza medio tra le coppie Origine Destinazione;
- indicatori relativi alle sezioni:
 - rapporto flusso/capacità (Q/C) [flusso espresso in veicoli equivalenti];
 - Level of Efficiency - rapporto velocità media/velocità a deflusso libero (V_m/VFL);
 - Livello di Servizio – LOS calcolato lungo gli archi di interesse secondo Highway Capacity Manual.
- indicatori relativi ai nodi:
 - Livello di Servizio – LOS calcolato per i nodi secondo Highway Capacity Manual.

Il livello di servizio (Level of Service – LOS) è un indicatore sintetico definito dall'Highway Capacity Manual tipicamente utilizzato in studi di traffico che potrebbero interessare una particolare arteria stradale. Il LOS esprime il buono o cattivo funzionamento di un elemento stradale (arco, intersezione non semaforizzata, intersezione semaforizzata, rotatoria). I livelli di servizio sono sei, identificati con una lettera da A ad F, e ordinati secondo il peggioramento

progressivo delle condizioni di deflusso (A indica la circolazione a flusso libero, F indica la marcia stop and go ovvero la presenza di accodamenti).

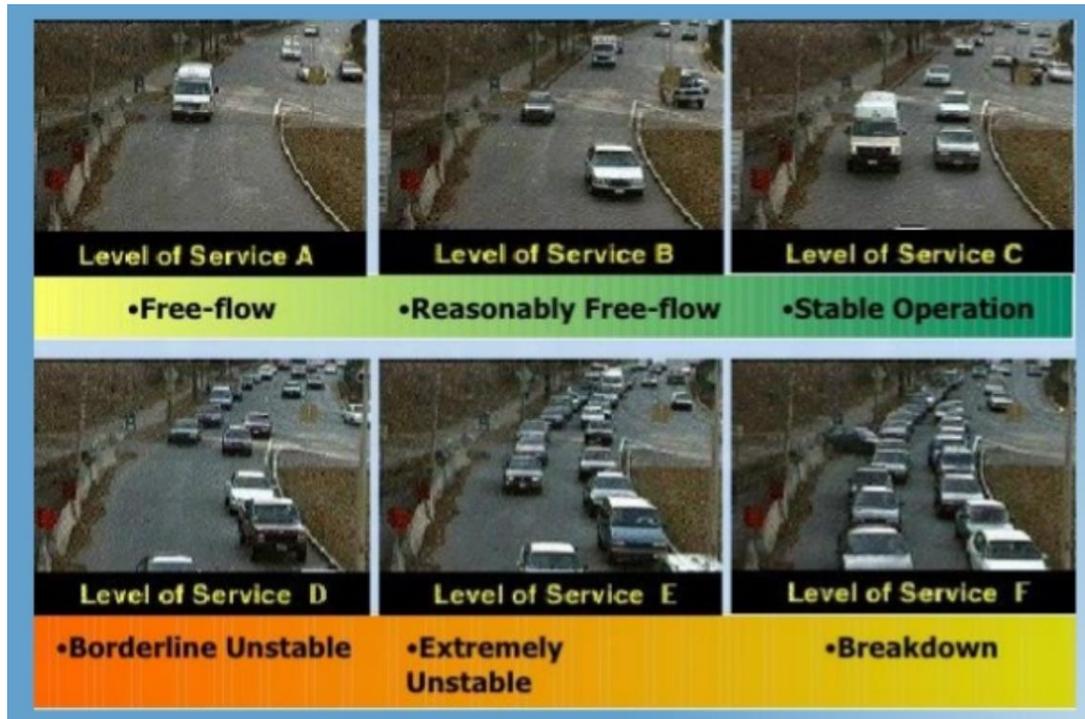


Figura 3 - Condizioni di deflusso e relativi livelli di servizio

L'utilizzo di questo indicatore permette di visualizzare in modo semplice uno stato di congestione dovuto -ad esempio- alla presenza di un'intersezione o ad una situazione di rallentamento di un tratto stradale urbano utilizzato come tronco di scambio tra diverse traiettorie, anche in condizioni di saturazione (vale a dire del rapporto flusso/capacità) bassa. La saturazione, infatti, non permette di valutare in modo esaustivo le condizioni di deflusso, dal momento che è legata alla capacità teorica di un arco senza considerare la sistemazione dei nodi estremi dello stesso o il suo utilizzo da parte degli utenti nelle loro traiettorie.

Il manuale HCM indica i parametri specifici da cui dipende il livello di servizio, sulla base della tipologia dell'elemento studiato. Ad esempio, il livello di servizio per gli archi di scorrimento extraurbano dipende dalla densità veicolare, espressa in veicoli/miglio/corsia; le strade urbane invece dipendono dalla velocità espressa come aliquota percentuale della velocità di flusso libero (Level of Efficiency). Indipendentemente dal parametro scelto, un rapporto superiore a 1 tra flusso circolante Q e capacità dell'asta C , esprime una condizione di congestione e, di conseguenza, il livello di servizio non può che essere F.

La valutazione funzionale delle intersezioni, sempre in accordo con il Manuale HCM, è invece funzione del tempo medio di attesa (delay time) espresso in secondi/veicolo e registrato sulle corsie di entrata. Il Livello di Servizio per le intersezioni a raso non semaforizzate è così individuato rispetto ai seguenti intervalli indicati in Tabella 2.

Tabella 2 – Classi di attribuzione del LOS per approcci a intersezioni non semaforizzate (fonte: HCM)

Delay time (s/veic)	LOS
≤10	A
10 ÷ 15	B
15 ÷ 25	C
25 ÷ 35	D
35 ÷ 50	E
> 50	F

La metodologia HCM permette di calcolare il LoS degli archi urbani tramite l'indicatore Level of Efficiency (percentuale della velocità media simulata rispetto alla velocità massima di deflusso libero) e il LoS degli archi extraurbani secondo due parametri: la densità veicolare e la velocità massima dell'arco. Gli intervalli di riferimento sono riportati nelle successive tabelle.

Tabella 3 – Classi di attribuzione del LOS per archi di tipo "urban" (fonte HCM)

LoE (% della Vmax)	LOS
> 85 %	A
85 % ÷ 67 %	B
67 % ÷ 50 %	C
50 % ÷ 40 %	D
40 % ÷ 30 %	E
≤ 30 %	F

Tabella 4 – Classi di attribuzione del LOS per archi di tipo "multilane highways" (fonte HCM)

Density (PCU/miglia/corsia)	Vmax (miglia/h)	LOS
≤11	-	A
11 ÷ 18	-	B
18 ÷ 26	-	C
26 ÷ 35	-	D
35 ÷ 40	60	E
35 ÷ 41	55	
35 ÷ 43	50	
35 ÷ 45	45	
> 40	60	F
> 41	55	
> 43	50	
> 45	45	

3. DATI DI TRAFFICO E RICOSTRUZIONE DELLO SCENARIO ATTUALE

3.1 Flussi registrati dalla rete di monitoraggio della Regione Emilia Romagna

Nel contesto territoriale interessato sono presenti nove postazioni fisse del sistema di monitoraggio del traffico della Regione Emilia-Romagna. Si riporta nella successiva figura un inquadramento delle postazioni da cui è possibile osservare la collocazione delle seguenti postazioni:

- strada provinciale SP10R: quattro postazioni (postazioni 128, 309, 391 e 393);
- strada provinciale SP462R: due postazioni (postazioni 390 e 300)
- strada provinciale SP588R: due stazioni di misura dei flussi veicolari (postazioni 389 e 616);
- strada provinciale SP587R: postazione 614.

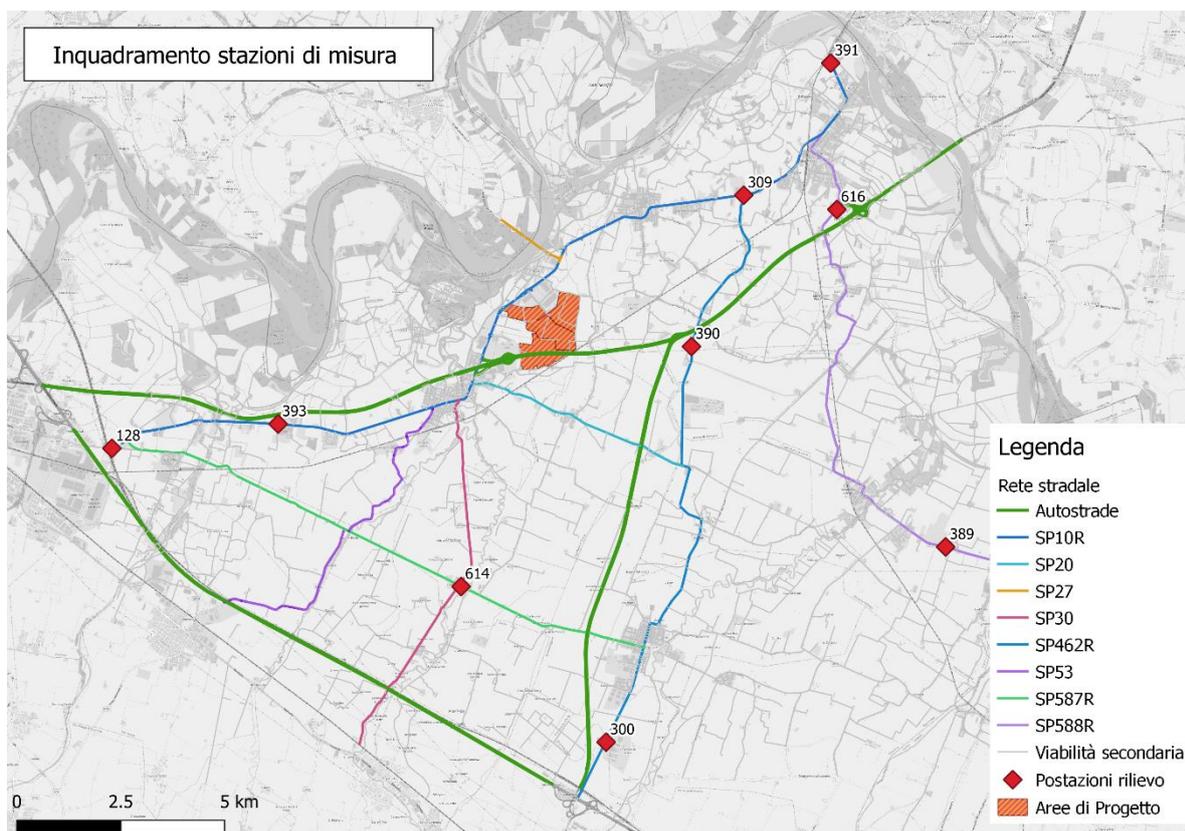


Figura 4 – Inquadramento stazioni di misura

Nella successiva tabella si riporta un prospetto sintetico delle caratteristiche di ciascuna postazione con dettaglio del posizionamento, del tipo di sensore e delle direzioni rilevate.

Tabella 5-Prospetto descrittivo delle postazioni di rilievo utilizzate

Postaz n.	Tipo sensore	Strada	Prog. (km)	Corsie	Dir.	Direzione marcia
128	aboveground	010R	193,8	2	0 1	DA CASTEL SAN GIOVANNI A CASTELVETRO PIACENTINO DA CASTELVETRO PIACENTINO A CASTEL SAN GIOVANNI
300	underground	462R	15,0	2	0 1	DA CASTELVETRO PIACENTINO A FIORENZUOLA D'ARDA DA FIORENZUOLA D'ARDA A CASTELVETRO PIACENTINO
309	underground	010R	211,5	2	0 1	DA CASTEL SAN GIOVANNI A CASTELVETRO PIACENTINO DA CASTELVETRO PIACENTINO A CASTEL SAN GIOVANNI
389	underground	588R	13,0	2	0 1	DA CASTELVETRO PIACENTINO A CONF. PROV. PARMA (BUSSETO) DA CONF. PROV. PARMA (BUSSETO) A CASTELVETRO PIACENTINO
390	underground	462R	4,3	2	0 1	DA CASTELVETRO PIACENTINO A FIORENZUOLA D'ARDA DA FIORENZUOLA D'ARDA A CASTELVETRO PIACENTINO
391	underground	010R	216,0	2	0 1	DA CASTEL SAN GIOVANNI A CASTELVETRO PIACENTINO DA CASTELVETRO PIACENTINO A CASTEL SAN GIOVANNI
393	underground	010R	198,0	2	0 1	DA CASTEL SAN GIOVANNI A CASTELVETRO PIACENTINO DA CASTELVETRO PIACENTINO A CASTEL SAN GIOVANNI
614	underground	587R	9,0	2	0 1	DA PIACENZA A CORTEMAGGIORE DA CORTEMAGGIORE A PIACENZA
616	underground	588R	2,0	2	0 1	DA CASTELVETRO PIACENTINO A CONF. PROV.PARMA (BUSSETO) DA CONF. PROV.PARMA (BUSSETO) A CASTELVETRO PIACENTINO

Per ogni postazione sono stati elaborati i dati di traffico relativi all'anno 2019. Sono stati esclusi quelli relativi al 2020 poiché ritenuti non sufficientemente rappresentativi delle normali condizioni di circolazione a causa dell'emergenza sanitaria legata al COVID-19.

Le postazioni in funzione 24 ore al giorno e 7 giorni la settimana conteggiano in modo distinto le due correnti veicolari e classificano i veicoli in base alla lunghezza del mezzo:

Tabella 6 – Classificazione delle categorie veicolari

classe n.	descrizione
1	Motoveicoli;
2	Auto e monovolume;
3	Auto e monovolume con rimorchio;
4	Furgoncini e Camioncini;
5	Camion medi (fino a 7,5 m);
6	Camion grandi;
7	Autotreni (autocarri con rimorchio);
8	Autoarticolati (trattori con semirimorchio);
9	Autobus;
10	Altri (mezzi speciali, trasporti eccezionali, mezzi agricoli, macchine operatrici...).

Il report del sistema di monitoraggio restituisce un quadro di riferimento su base mensile o giornaliera. I veicoli rilevati vengono suddivisi secondo la classe di traffico e secondo la fascia oraria di transito:

- veicoli leggeri (classi 2, 3, 4) e veicoli pesanti (classi 5, 6, 7, 8, 9, 10);
- veicoli diurni (transitati tra le ore 07:00 e le 19:00) e veicoli notturni (transitati tra le 19:00 e le 07:00);
- totali transiti giornalieri.

Per i dati mensili sono inoltre disponibili i transitati medi nei giorni feriali (dal lunedì al venerdì non festivi) o nei giorni festivi (sabato, domenica e festivi).

Al fine di ricostruire lo stato attuale dei flussi veicolari, si è fatto riferimento ad uno stato teorico denominato stato neutro del traffico. Per ciascuna postazione di misura, a partire dai dati medi mensili, si è individuato il mese maggiormente rappresentativo delle condizioni medie di traffico. All'interno del mese rappresentativo si è individuato il giorno feriale maggiormente rappresentativo delle condizioni di circolazione.

Lo stato neutro è quello maggiormente rappresentativo delle condizioni medie di traffico sulla rete: è composto dai rilievi delle diverse postazioni che non necessariamente sono riferiti allo stesso giorno dell'anno.

La procedura per individuare il giorno rappresentativo di ciascuna postazione è stata la seguente:

- calcolo del Traffico Giornaliero Medio Annuo (TGMA) bidirezionale e per ciascun mese il Traffico Giornaliero Medio Mensile (TGMM) bidirezionale.
- per il mese maggiormente rappresentativo, calcolo del Traffico Giornaliero Medio Feriale Mensile (TGMFeM) bidirezionale e per ciascun giorno feriale calcolo del Traffico Giornaliero Medio Feriale (TGMFe) bidirezionale.

I criteri di scelta per l'individuazione del mese neutro, ovvero il mese rappresentativo dell'anno, sono stati:

- esclusione dei mesi estivi riferendosi così solo al periodo lavorativo-scolastico;
- analisi dello scarto tra i valori di TGMM e il valore del TGMA: ricerca del minor scarto in eccesso.

I criteri di scelta per l'individuazione del giorno neutro, ovvero il giorno rappresentativo del mese, sono stati:

- esclusione dei giorni a ridosso delle festività e dei giorni festivi;
- analisi dello scarto tra i valori di TGMFe e il valore del TGMFeM: ricerca del minor scarto in eccesso.

Una volta individuato il giorno neutro di ciascuna postazione è stato riportato l'andamento orario dei flussi veicolari rilevati.

Il dettaglio della procedura di individuazione del giorno neutro per ciascuna postazione della rete di monitoraggio della Regione Emilia Romagna si trova nell'Allegato A della relazione.

3.2 Dati di traffico dello svincolo di Caorso dell'Autostrada A21

Sono stati acquisiti dal Concessionario dell'Autostrada A21 i dati di traffico di casello dello svincolo di Caorso. Autovia Padana ha gentilmente fornito i conteggi di traffico di casello di alcuni giorni rappresentativi del periodo lavorativo-scolastico del 2019.

I flussi orari distinti per classi veicolari e per direzione si riferiscono ai giorni 19, 20 e 21 novembre 2019. Le classi veicolari sono state aggregate in:

- automobili: classe di pedaggio A
- commerciali leggeri: classe di pedaggio B
- commerciali pesanti: classe di pedaggio 3,4 e 5

Alcuni veicoli in entrata non sono riconosciuti automaticamente dal sistema e sono classificati in una categoria separata denominata "altri". Si riportano nelle seguenti figure gli andamenti medi orari distinti per categoria veicolare e per direzione.

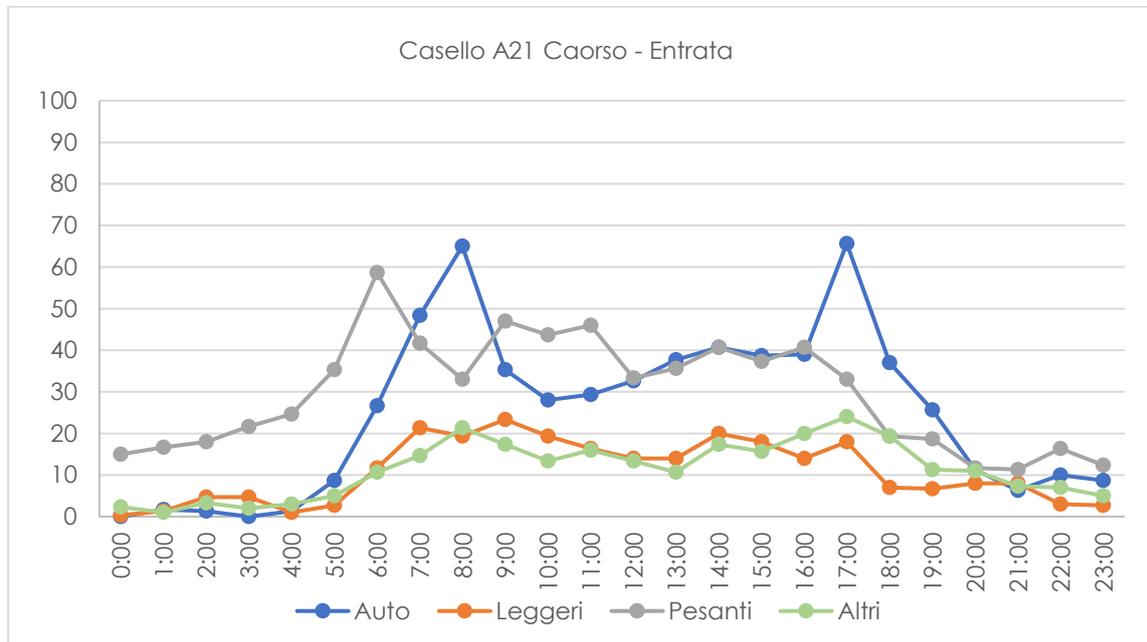


Figura 5 – Andamento orario dei flussi in entrata dal Casello di Caorso

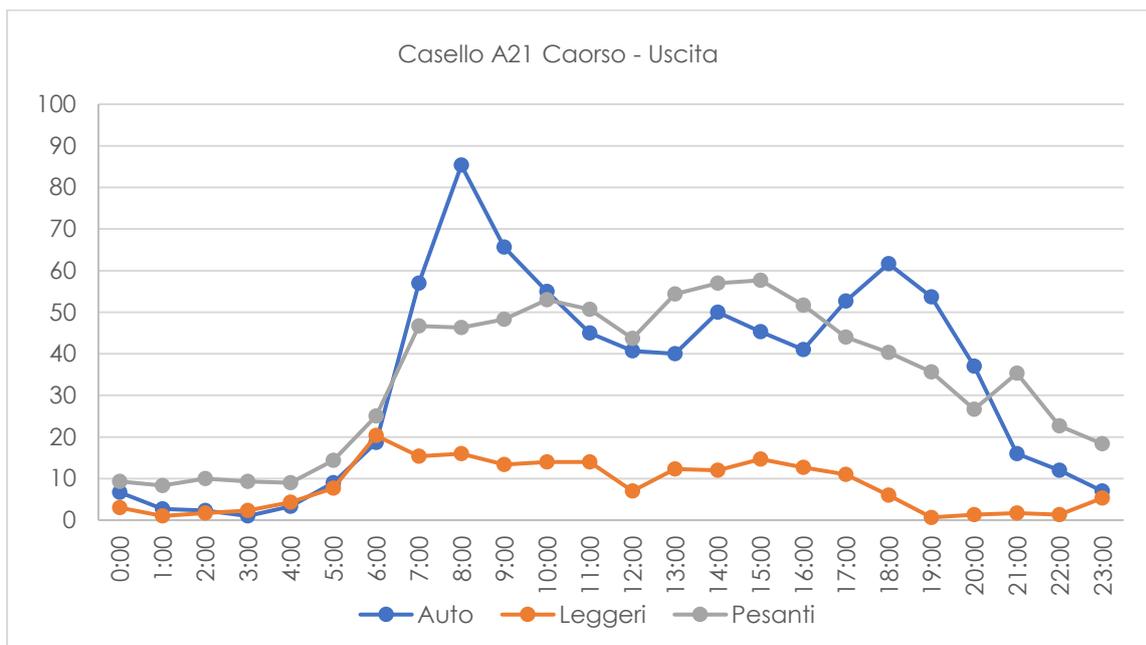


Figura 6 – Andamento orario dei flussi in uscita dal Casello di Caorso

Complessivamente i dati orari di casello distinti per direzione sono rappresentati nelle successive figure in termini di veicoli equivalenti, ovvero moltiplicati rispettivamente per i seguenti coefficienti di equivalenza:

- Auto: 1
- Commerciali leggeri: 1,5
- Commerciali pesanti 2,5
- Altri: 1,77 (coeff. calcolato come media pesata rispetto alle altre classi)

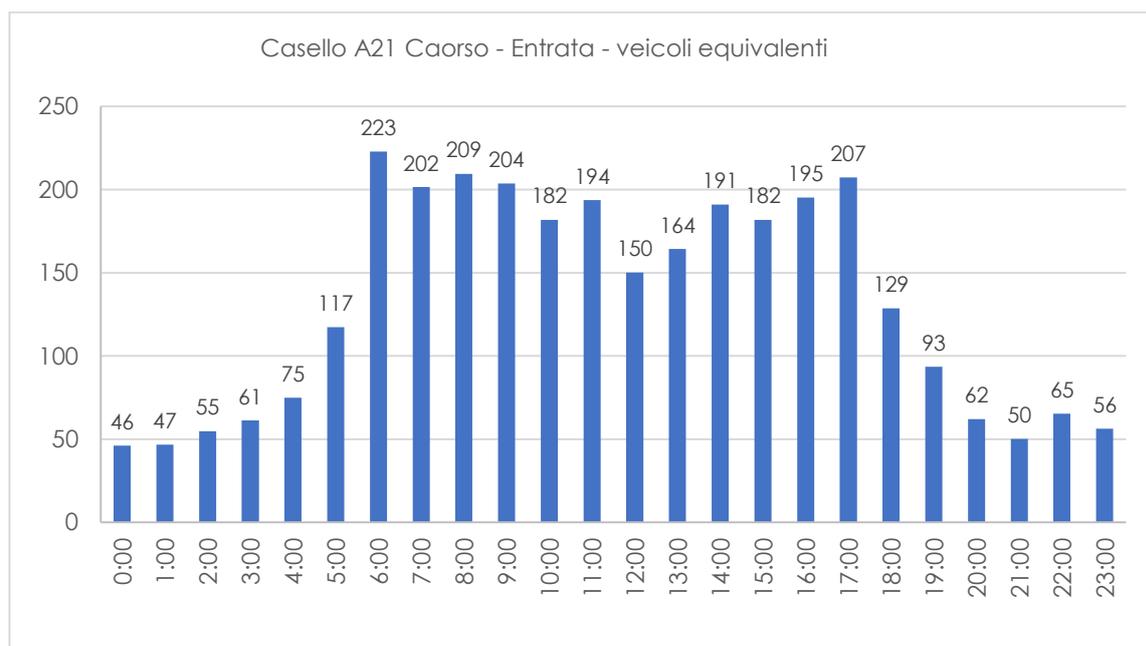


Figura 7 – Andamento orario del flusso totale in entrata dal Casello di Caorso espresso in veicoli equivalenti

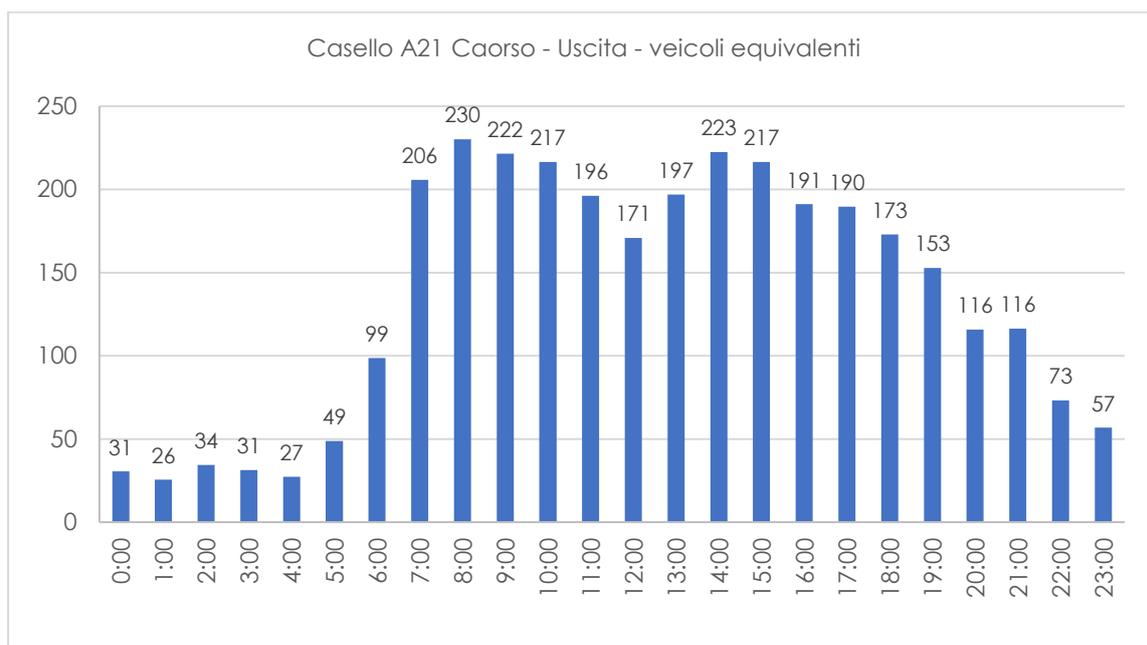


Figura 8 – Andamento orario del flusso totale in uscita dal Casello di Caorso espresso in veicoli equivalenti

3.3 Dati di traffico lungo l'Autostrada A21

Per quanto riguarda i dati di traffico relativi all'Autostrada A21 in concessione alla Società Autovia Padana Spa, sono stati acquisiti i dati di tratta dalla relazione del Rapporto Annuale Di Monitoraggio Della Mobilità e Del Trasporto In Emilia-Romagna (ottobre 2019).

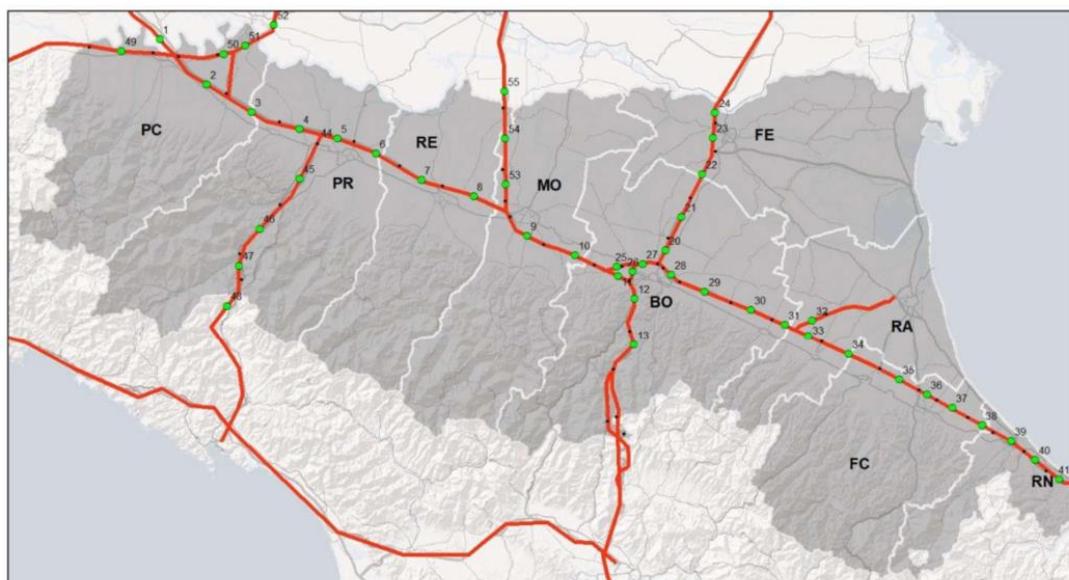
Come è possibile osservare in Figura 9, le tratte di interesse per lo studio sono la numero 50 tra Caorso e l'allacciamento A21 in direzione Fiorenzuola e il tratto 51 tra l'allacciamento A21 in direzione Fiorenzuola e Castelvetro Piacentino.

I dati bidirezionali riferiti al giorno ferialo medio del periodo autunnale del 2018 sono riportati secondo la distinzione delle categorie di pedaggio:

- veicoli leggeri: 2 assi classe A (altezza < 1,3m)
- veicoli pesanti: 2 assi classe B (altezza > 1,3m), 3 assi, 4 assi, 5 o più assi

Tabella 7 – flussi giornalieri bidirezionali (fonte: Rapporto di Monitoraggio della Regione Emilia-Romagna)

Postazione	Flusso Totale	Veicoli leggeri	Veicoli Pesanti	% Pesanti
50	27.154	14.565	12.589	46%
51	38.078	20.752	17.326	46%



Localizzazione Tratte Elementari Flussi Autostradali

- Autostrade
- Flussi Autostradali 2018 - Tratte Elementari
- Svincoli e caselli autostradali

Figura 9 – Flussi autostradali delle tratte elementari (fonte: Rapporto di Monitoraggio della Regione Emilia-Romagna)

3.4 Ricostruzione del traffico allo stato attuale

Elaborati i dati orari del traffico presso le stazioni di misura della rete di monitoraggio della Regione Emilia Romagna, è stato possibile individuare la collocazione temporale dell'ora di punta per un giorno feriale medio, riscontrata tra le ore 7:30 e le ore 8:30. Il modello di micro simulazione del traffico è stato quindi implementato per rappresentare questo intervallo temporale.

Al fine di sfruttare le potenzialità del micromodello di simulazione, il traffico è stato suddiviso in tre classi secondo il seguente schema:

- auto (classi 2 e 3)
- veicoli commerciali leggeri (classi 4 e 5)
- veicoli pesanti (classi 6,7,8,9 e 10)

I valori di traffico così ricostruiti sono stati utilizzati per correggere la matrice Origine Destinazione tramite un procedimento cosiddetto di *matrix estimation* e per calibrare il modello di micro simulazione.

I valori di riferimento orario dell'ora di punta dalle 7:30 alle 8:30 sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 8 – Volumi di traffico dell'ora di punta

Postazione	dir.	Auto	Commerciali leggeri	Pesanti	totale
128	0	462	78	38	578
128	1	719	91	62	872
300	0	283	38	21	341
300	1	238	34	29	300
309	0	346	32	15	392
309	1	363	40	9	411
389	0	124	15	9	148
389	1	150	18	10	178
390	0	104	15	1	120
390	1	90	15	3	108
391	0	764	62	11	837
391	1	615	62	7	683
393	0	296	37	59	392
393	1	464	51	57	572
614	0	235	22	13	269
614	1	351	27	23	400
616	0	111	16	7	133
616	1	161	13	6	180

Per le tratte autostradali, al fine di poter utilizzare i dati raccolti in forma aggregata sono stati stimati dei coefficienti per inferenza statistica dai rilievi della rete di monitoraggio della Regione Emilia Romagna. La ripartizione direzionale è stata ipotizzata egualmente distribuita al 50%. Inoltre le classi di pedaggio sono state ripartite nelle tre classi veicolari rispetto cui si è scelto di implementare il micromodello. Le percentuali assunte sono le seguenti:

- percentuale media Auto: 84,6%
- percentuale media Commerciali leggeri: 9,8%
- percentuale media Pesanti: 5,6%
- coefficiente medio ora di punta-giorno: 6,12%
- Il risultato della stima del traffico orario dell'ora di punta 7:30-8:30 nelle sezioni autostradali è riportato nella seguente tabella.

Tabella 9 - Volumi di traffico dell'ora di punta

Postazione	dir.	Auto	Commerciali leggeri	Pesanti	totale
50	0	703	82	46	831
50	1	703	82	46	831
51	0	985	115	65	1.165
51	1	985	115	65	1.165

3.5 Stima della matrice di domanda attuale

La matrice Origine Destinazione di base utilizzata come input per il processo di correzione è stata stimata a partire dalla matrice del Pendolarismo su base comunale ISTAT 2011: tale dato è chiaramente parziale, perché rappresenta solo i viaggi abituali casa-lavoro e casa-studio, e non poteva essere utilizzato di per sé per concludere lo studio. Sono stati estratti i dati degli spostamenti intra-comunali ed extra-comunali per i Comuni dell'area studio: ad esclusione degli spostamenti interni ai comuni di Piacenza e Cremona, sono stati estratti tutti gli spostamenti tra i Comuni della Figura 10.

Sono state stimate le matrici iniziali anche per le categorie Commerciali leggeri e Pesanti attraverso i valori medi registrati sulla rete oggetto di studio:

- percentuale media Auto: 84,6%
- percentuale media Commerciali leggeri: 9,8%
- percentuale media Pesanti: 5,6%

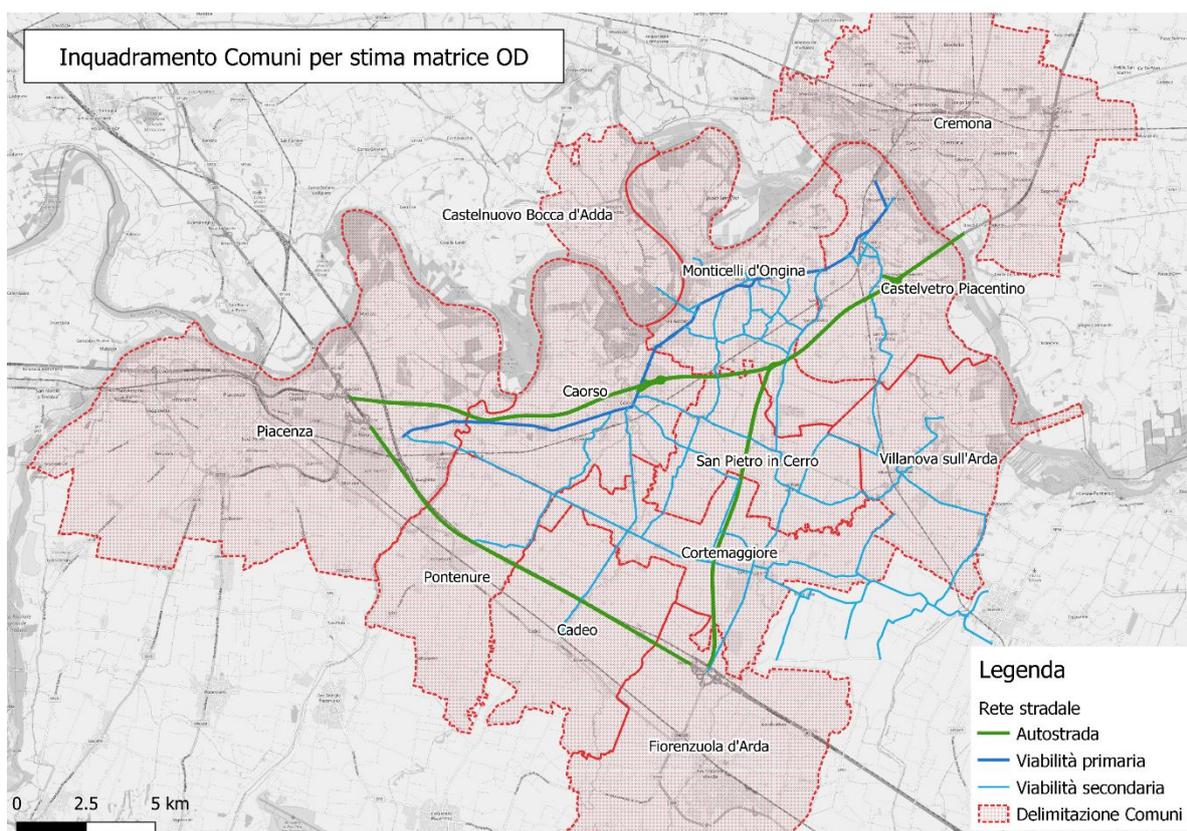


Figura 10 - inquadramento dei Comuni per la stima iniziale della matrice Origine Destinazione

Le matrici Origine Destinazione così determinate sono state corrette attraverso l'utilizzo dei rilievi di traffico orari desunti dalla rete di monitoraggio dell'Emilia Romagna e dai dati autostradali della A21. Il processo di stima della matrice corretta avviene attraverso un procedimento iterativo, in cui il parametro *alpha* viene fatto variare tra un valore minimo 0,2

(minor peso dato ai rilievi per correggere la matrice iniziale) e un valore massimo 1 (massimo peso dato ai rilievi per correggere la matrice iniziale).

Si riportano nell'Allegato A al Paragrafo 7.2 le tabelle di dettaglio del processo di correzione della matrice di domanda attuale. Per ciascuna simulazione è calcolato in calce il coefficiente di determinazione R^2 per la validazione statistica. La matrice di domanda finale è stata quella con un alpha pari a 0,6.

3.6 Ricostruzione della matrice di domanda futura

Dai dati di contesto disponibili si è assunto che i flussi veicolari futuri, vale a dire quelli indotti dalle nuove attività logistico-produttive, abbiano come relazioni principali di Origine/Destinazione le direttrici di Piacenza e Cremona e dell'Autostrada A21: questa scelta è chiaramente legata alla necessità di dare maggior peso all'analisi dell'influenza della componente di domanda pesante, che ha un impatto più rilevante sulle condizioni ambientali dell'area immediatamente circostante.

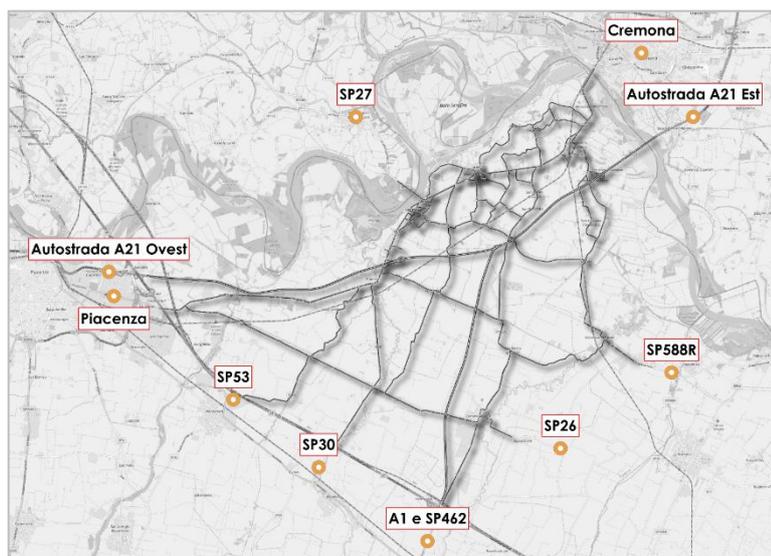


Figura 12 - grafo del modello: archi e centroidi esterni

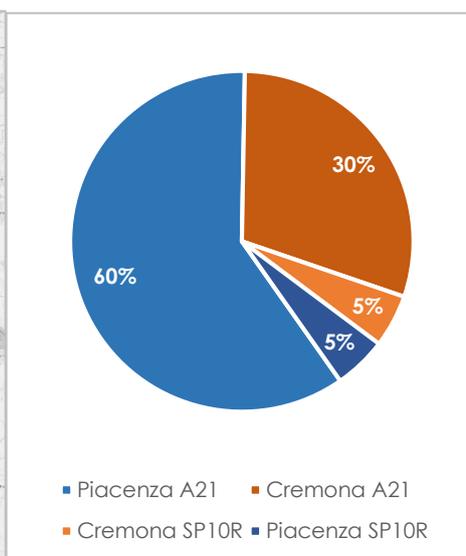


Figura 11 - ripartizione percentuale della distribuzione dei flussi originati e destinati dai comparti dell'area di studio

Quest'ipotesi operativa è anche supportata dall'evidenza che la localizzazione dei nodi logistici risulta generalmente in prossimità degli svincoli autostradali, in risposta a una precisa richiesta di questo mercato di potersi collegare velocemente all'autostrada per ridurre i tempi di viaggio. Inoltre è prevedibile che la presenza del polo logistico sposterà il traffico di settore dalle strade locali all'autostrada, avendo aggiunto un nodo operativo di servizio alla stessa catena logistica.

Nel paragrafo successivo vengono illustrate le metodologie utilizzate per la stima del traffico indotto dal Terminal ferroviario Multimodale, dal porto commerciale e dai comparti logistico-produttivi.

4. STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO

La domanda indotta dalla realizzazione degli interventi previsti nel Polo di sviluppo territoriale è stata stimata ipotizzando cautelativamente che le differenti componenti del sistema non avessero una mutua influenza, ovvero stimando indipendentemente il traffico indotto da ciascun elemento (terminal ferroviario, porto fluviale, comparti urbanistici) e sommando successivamente tali risultati.

Le metodologie utilizzate per la stima del traffico indotto sono state le seguenti:

- Terminal ferroviario: stima traffico da composizione tipo dei rotabili;
- Porto fluviale: stima traffico da composizione tipo dei natanti;
- Comparti urbanistici: metodologia Trip Generation del Manuale ITE (Institute of Transportation Engineers) e benchmarking con altri poli logistici italiani;

4.1 Terminal ferroviario

Il Terminal ferroviario sarà collocato in un'area strategica della rete infrastrutturale esistente: sulla linea ferroviaria Piacenza-Cremona ed a ridosso dell'Autostrada A21 (Torino - Brescia) nelle immediate vicinanze del Casello di Caorso; è inoltre possibile raggiungere l'Autostrada A1 (Milano-Napoli) al casello di Piacenza.

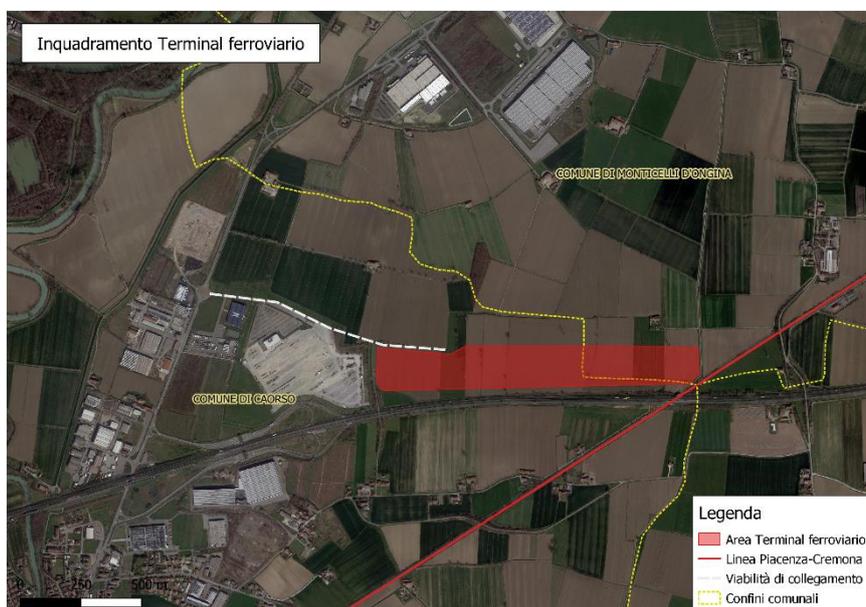


Figura 13 - inquadramento del Terminal ferroviario

È previsto che l'impianto dello scalo ferroviario, si estenda su un'area di 220.000 mq circa, costituito da un fascio di binari (di standard europeo, di capacità minima di 750 m) per arrivi e partenze, allacciato alla linea Piacenza-Cremona e ad essa aderente, che costituirà una nuova stazione ferroviaria "in linea" completamente elettrificata.

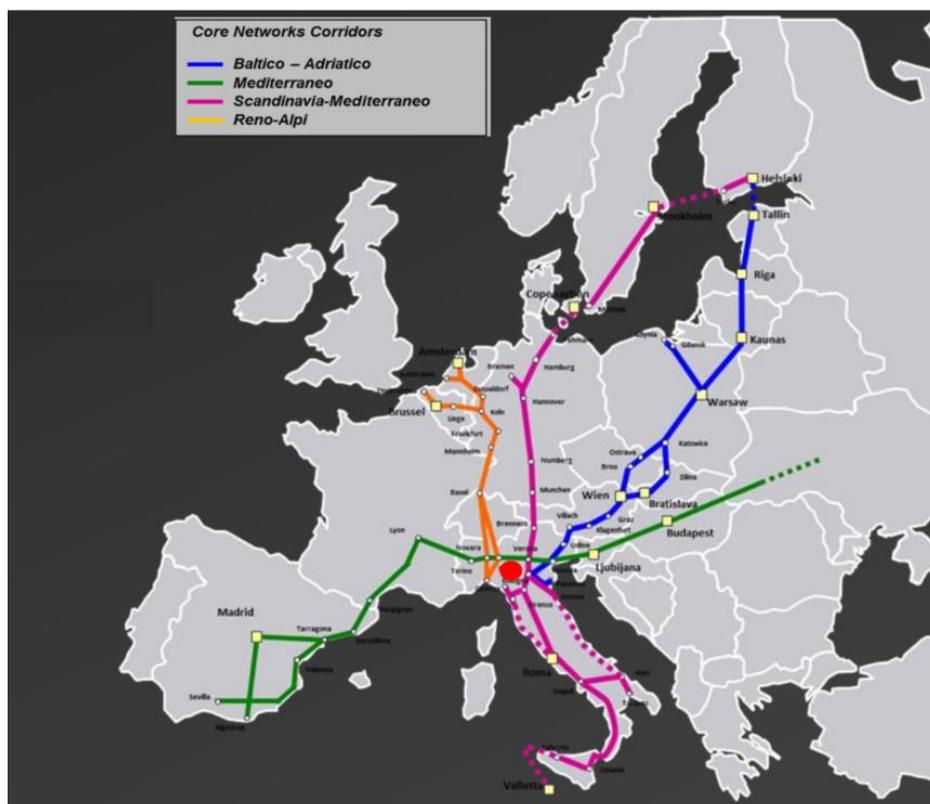


Figura 14 - inquadramento Terminal Multimodale Centropadano rispetto ai corridoi TEN-T

Il dispositivo d'armamento, che potrà essere realizzato per fasi funzionali, sarà costruito con materiali previsti dalle specifiche di standardizzazione di RFI. L'orario d'apertura del terminal sarà preferibilmente dalle 06:00 alle 22:00.

Il traffico previsto a partire dai dati di progettazione preliminare è di 20 treni settimana provenienti/diretti dal Brennero e Chiasso, e di 6 treni alla settimana da Modane e da località e/o porti nazionali: il dimensionamento dell'impianto potrebbe accogliere un numero di treni alla settimana maggiore, ma il dato di 26 treni è il più realistico anche alla luce delle attuali condizioni di mercato e a valle di un confronto dell'operatività di terminal ferroviari dell'area del centro-nord Italia. Realisticamente le prospettive di crescita ulteriore sono da associare ad un mutamento generale delle condizioni di trasporto del comparto merci, in cui la governance di settore ridurrà la componente modale su gomma, comportando quindi una flessione nella produzione di mezzi pesanti in generale dal Terminal Ferroviario Intermodale e dal Porto Fluviale Commerciale.

4.1.1 Metodologia di stima del traffico indotto

Il traffico indotto dal Terminal Ferroviario è stato stimato a partire dal numero di mezzi pesanti necessari a trasportare i volumi delle diverse categorie merceologiche previste dalla composizione media dei treni. I mezzi pesanti generati e attratti dal Terminal

Ferroviario, sono stati considerati, secondo un approccio cautelativo, come componente autonoma della stima del traffico indotto dell'area, ovvero aggiuntiva rispetto traffico indotto stimato per le diverse aree produttive e logistiche del Polo di sviluppo territoriale.

Tabella 10 – stima della composizione media di carico di un treno

Tipo carico	Tipo carro	Carico utile treno (t)	Carico treno	Unità merce
Pallettizzato	Habbills 345	1292	1176	EPAL
Container	Rs 684	1288	69	TEU
Casse mobili	Samms 709	1332	18	Casse mobili
Semirimorchi	Poche (Sdgmns 743)	1449	21	Semirimorchi
Cisterna gas (es.butano)	Zaes	1196	2139	m ³ Butano
Prodotti metallurgici (coils)	Shimmns 708	1407	1407	ton Coils
ROLA	Modalohr	798	42	Semirimorchi

Tramite una procedura di *benchmarking* con realtà interportuali del Centro-Nord Italia sono stati ipotizzate delle categorie merceologiche scambiate dal Terminal Ferroviario e una ripartizione media dei treni settimanali.

Fissata per ciascun rotabile una composizione massima di 750 m di lunghezza e una massa trainata massima di 2000t sono state calcolate le quantità di merce trasportabile su ferro in base alla capacità di ciascun carro ferroviario. Analogamente per stimare il numero di mezzi pesanti necessari a trasportare le merci in partenza/in arrivo tramite ferrovia, le differenti categorie merceologiche sono state ripartite in base alla capacità di trasporto di ciascun mezzo su gomma. Per una stima cautelativa dei mezzi pesanti è stato applicato un fattore di carico del 85% alla capacità di ciascun mezzo stradale.

Tabella 11 – stima della conversione di carico tra ferro e gomma

Tipo carico	Capacità treno	Capacità mezzo stradale	Unità merce	Load factor
Pallettizzato	1176	33	EPAL	0,85
Container	69	2	TEU	0,85
Casse mobili	18	1	Casse mobili	0,85
Semirimorchi	21	1	Semirimorchi	0,85
Cisterna gas (es.butano)	2139	50	m ³ Butano (Cisterna)	0,85
Prodotti metallurgici (coils)	1407	85	t (Rimorchio ecc. 5 assi)	1
ROLA	42	1	Semirimorchi	0,85

4.1.2 Stima del traffico indotto

Seguendo la metodologia illustrata sono stati stimati il numero di mezzi pesanti necessari a realizzare il carico o lo scarico della merce prevista. Come precedentemente illustrato si prevede che il Terminal possa servire 26 coppie di treni a settimana.

Le categorie merceologiche ipotizzate e il relativo numero di treni settimanali processati mediamente dal Terminal ferroviario sono riportati nella

Tabella 12. Il numero di mezzi pesanti settimanali diviso per un coefficiente di espansione giorno-settimana (pari a 5,5) ha permesso di stimare i mezzi giornalieri. Il numero di mezzi pesanti giornalieri moltiplicato per un coefficiente di espansione giorno-ora di punta (pari a 0,071) ha permesso di stimare i mezzi pesanti dell'ora di punta (hdp).

Tabella 12 – stima del traffico indotto generato o attratto dal Terminal ferroviario (mezzi pesanti)

Tipo carico	Treni settimana	Mezzi pesanti/ settimana	Mezzi pesanti/ giorno	Mezzi pesanti/ hdp
Pallettizzato	10	420	77	6
Container	5	203	37	3
Casse mobili	4	85	16	2
Semirimorchi	2	50	10	1
Cisterna gas (es.butano)	2	101	19	2
Prodotti metallurgici (coils)	2	34	7	1
ROLA	1	50	10	1
totale	26	943	176	16

Nel modello di micro simulazione è stato ipotizzato quindi che nell'ora di punta siano presenti 32 veicoli commerciali pesanti, 16 in origine dal Terminal e 16 destinati allo stesso.

Tabella 13 – stima del traffico indotto generato e attratto dal Terminal ferroviario (spostamenti originati-destinati)

	Spostamenti
Spostamenti mezzi pesanti/hdp	32
Spostamenti mezzi pesanti /giorno	352
Spostamenti mezzi pesanti/settimana	1.886
Spostamenti mezzi pesanti /anno	98.072

4.2 Porto fluviale commerciale

Il progetto del Porto fluviale comprende banchine per imbarcazioni turistiche e un terminal commerciale. Il porto ricade sulla sponda destra del fiume Po nei Comuni di Caorso e Monticelli d'Ongina. Il terminal fluviale sarà direttamente connesso con il terminal ferroviario di nuova realizzazione sempre nei pressi dei Comuni di Caorso e Monticelli d'Ongina e con la rete stradale (Autostrada A21 e SP10).

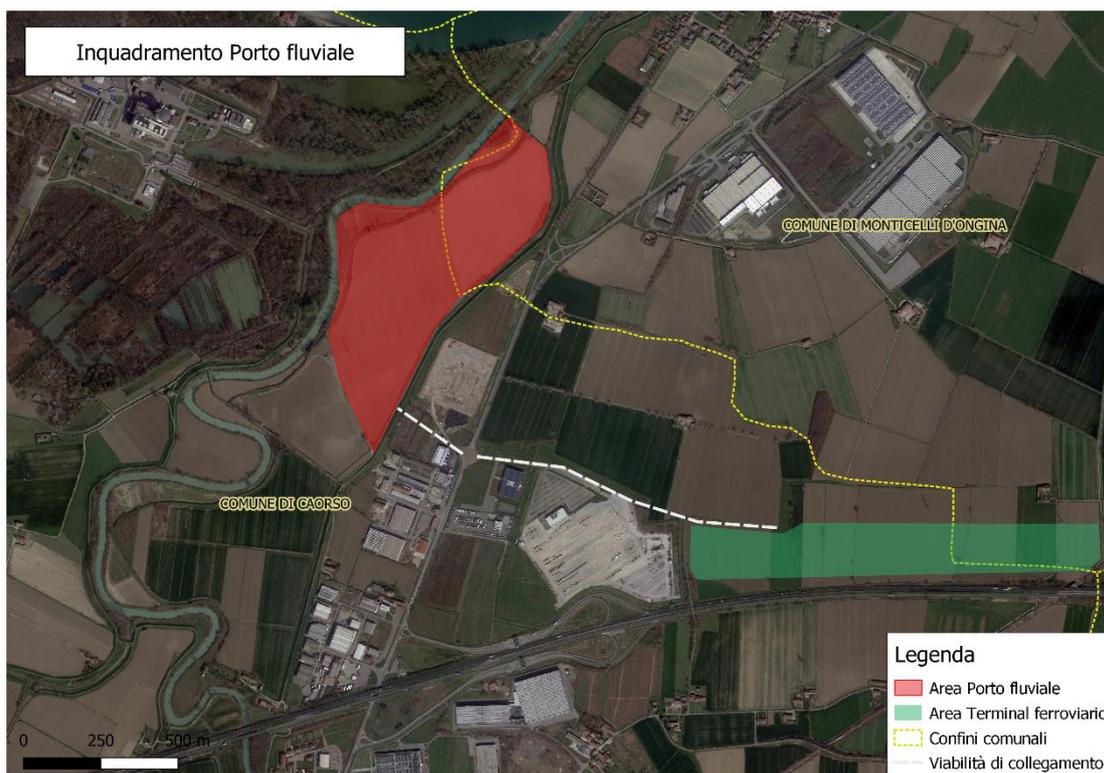


Figura 15 - inquadramento Porto fluviale

4.2.1 Inquadramento

Il Porto fluviale si inserisce nel Sistema Idroviario Padano Veneto. Si posiziona sulla riva destra del fiume Po nella tratta tra Piacenza e Cremona, poco più a monte della conca di navigazione di Isola Serafini.

Il tratto è stato recentemente reso navigabile grazie all'adeguamento della Conca di navigazione di Isola Serafini.



Figura 16 – Sistema Idroviario Padano Veneto con inquadramento del nuovo porto fluviale

Si stima che il porto potrà accogliere circa 60 imbarcazioni da diporto e, per quanto riguarda la parte commerciale, natanti di Classe IV e Va (secondo la classificazione europea CEMT).

CLASSE	SEZIONE							
	RETTANGOLO DI NAVIGAZIONE		AREA BAGNATA		STRADA DI SERVIZIO			Altezza libera sotto i ponti (m)
	Larghezza (m)	Profondità (m) sull'intera larghezza	Normale (m ²)	Minima (m ²)	Altezza minima sul liv.nav. (m)	Larghezza normale	minima	
IV	30	3	165	120	1	5	3,5	3,5-(4)
Va	40	3	225	160	1	5	3,5	3,5-(4)

Figura 17 – caratteristiche dei natanti (fonte: "Le unità navali per il sistema idroviario italiano" Istituto Italiano di navigazione - 2011)

A causa della stagionalità e la saltuarietà del traffico generato e attratto, è stato ipotizzato ai fini dello Studio di traffico di non calcolare la quota di traffico indotto dal porto turistico.

Per il porto fluviale commerciale è stato ipotizzato di valutare la potenzialità di trasporto in base a ipotesi cautelative, stimando il numero di veicoli necessari a trasferire le merci. La capacità di trasporto delle aste fluviali e del porto fluviale sono state desunte dal Piano Generale del Sistema Idroviario dell'Italia del Nord le quali risultano molto maggiori rispetto ai dati storici di trasporto degli attracchi e porti fluviali del Sistema Idroviario Padano Veneto.

Il trasporto merci sul fiume è stato utilizzato fino agli anni '70, calando poi progressivamente per la riduzione dei costi del trasporto su gomma. L'efficienza e l'economicità del trasporto su strada hanno ridotto la quota dei trasporti attraverso l'idrovia.

Le idrovie offrono attualmente una grande riserva di capacità utilizzabile con interventi limitati e a condizione di essere integrate in un sistema di trasporto combinato.

Rispetto alle altre modalità di trasporto l'idrovia si caratterizza in positivo per alcuni aspetti in termini di sicurezza e di ambiente: si stima che i costi esterni, che comprendono quelli relativi all'inquinamento (acqueo, aereo, del suolo ed acustico), al consumo di territorio ed a incidenti, relativi alla navigazione interna siano stimabili, per tonnellata-chilometro di merce trasportata, ad 1/18 di quelli della strada.

Tabella 80

Costi esterni dei modi di trasporto			
indici: strada = 100			
	strada	ferrovia	idrovia
Incidenti	100	6,3	1,0
inquinamento acustico	100	173,0	0,0
inquinamento dell'aria	100	12,3	14,4
inquin. dell'acqua e del terreno	100	0,0	0,0
effetto barriera	100	0,0	0,0
consumo di suolo	100	32,8	0,0
TOTALE	100	22,5	5,4

Fonte: elaborazioni da Aufschwung Binnenschifffart.

Ai vantaggi in termini di costi esterni vanno aggiunti quelli relativi al risparmio energetico: le idrovie propongono un consumo energetico per tonnellata trasportata che è inferiore a quello ferroviario e circa un terzo di quello stradale.

Tabella 81

Consumi energetici nel trasporto merci: litri gasolio per tek		
Strada	ferrovia	idrovia
4,1	1,7	1,3

Fonte: elaborazioni da Aufschwung Binnenschifffart.

Questo confronto riguarda le merci adatte a essere avviate per idrovia e reti di trasporto egualmente integrate e collegate nel sistema produttivo. Uno degli aspetti che maggiormente limita lo sviluppo delle idrovie è la presenza delle rotture di carico che inevitabilmente si presentano ed ai tempi di viaggi dilatati rispetto al trasporto su gomma.¹

Nel Rapporto Annuale Di Monitoraggio Della Mobilità e Del Trasporto In Emilia-Romagna del 2020 sono riportati alcuni dati del 2018 nei quali si evidenziano le difficoltà del trasporto delle merci nel sistema idroviario padano veneto, con valori inferiori alle 150.000 tonnellate già evidenziati nell'ultimo biennio.

¹ Aspetti generali del trasporto idroviario ripresi da: "Rapporto Annuale Di Monitoraggio Della Mobilità e Del Trasporto In Emilia-Romagna del 2019"

Figura 18 – Traffici idroviari (fonte: Rapporto Annuale Di Monitoraggio Della Mobilità e Del Trasporto In Emilia-Romagna 2020)

Porti	2015 (tonnellate)	2016 (tonnellate)	2017 (tonnellate)	2018 (tonnellate)
Porto di Rovigo (via Fissero)	208 (semilavorati in metallo) d	100 (colli ecc.) d	2650 (metallurgici) d	410 (metalli)
Canale Po-Brondolo	1.800 (merci varie) 6.570 (inerti)	1.800 (merci varie)		
Porto di Mantova (via Fissero e Po)	25.000 (lamiere) s 400 (tubi) d 30.000 (container) s/d	25.000(lamiere e coils) s 4.200(fertilizzanti)s 2.500(containers)s n. 789 containers s/d	33.000(lamiere e coils) s 7.000(lamiere e coils) d 2.500(fertilizzanti)s 2.500(containers)s n. 426 containers s/d	38.655(semilavorati metallo) 45.795(prodotti chimici) 1.060(app. elettromec.) 10.593(altre merci)
Attracchi industriali Mantova- (via Fissero e Po)	26.000 (acetone) d 6.100 (colli ecc.) d	37.500(acetone) d 4.500(colli ecc.) d	37.500(acetone) d 10.000(colli ecc.) d	--
Banchina di Viadana (via Po)	7.400 (metanolo) s	--	--	--
Porto di Cremona (via Po)	--	350(colli ecc.) d	1.000(colli ecc.) d	12.592(semilavorati metallo)
Attracchi industriali Cremona (via Po)	--	--	--	--
Banchine (idrovia ferrarese)	--	--	--	--
Banchine mantovane: Roncoferraro (Fissero) S.Benedetto Po, Revere (Po)	70.000 (inerti) valore stimato	valore non rilevato	40.000 (inerti) valore stimato	valore non rilevato
TOTALE	163.478	75.950	135.650	109.105
Attracchi industriali privati sul Po	300.000 (inerti del Po) valore stimato	Valore non rilevato	Valore non rilevato	Valore non rilevato

Legenda: s = salita (direzione mare – fiume); d = discesa (direzione fiume – mare).

Fonte: dati AIPO – Settore Navigazione Interna.

4.2.2 Stima della capacità del porto

Nel Piano Generale del Sistema Idroviario dell'Italia del Nord è stata valutata la massima capacità di trasporto merci ottenibile idealmente nello scenario futuro grazie agli interventi di potenziamento infrastrutturale previsti. La stima è basata su dati di tipo empirico della capacità delle aste dei canali e del fiume, senza considerare il vincolo della capacità dei porti.

Il modello di simulazione delle capacità (Anno base 2011) per determinare la massima capacità infrastrutturale teorica dei segmenti presenti sul Sistema Idroviario si basa su un grafo. Esso rappresenta l'intera rete mediante archi caratterizzati dalle diverse condizioni di navigazione riscontrabili. Per ognuno di essi sono individuate le capacità in funzione del tonnellaggio delle imbarcazioni che le possono percorrere. Il modello di simulazione ha valutato due scenari, relativi alla situazione attuale ed a quella futura con tutti gli interventi infrastrutturali completati.

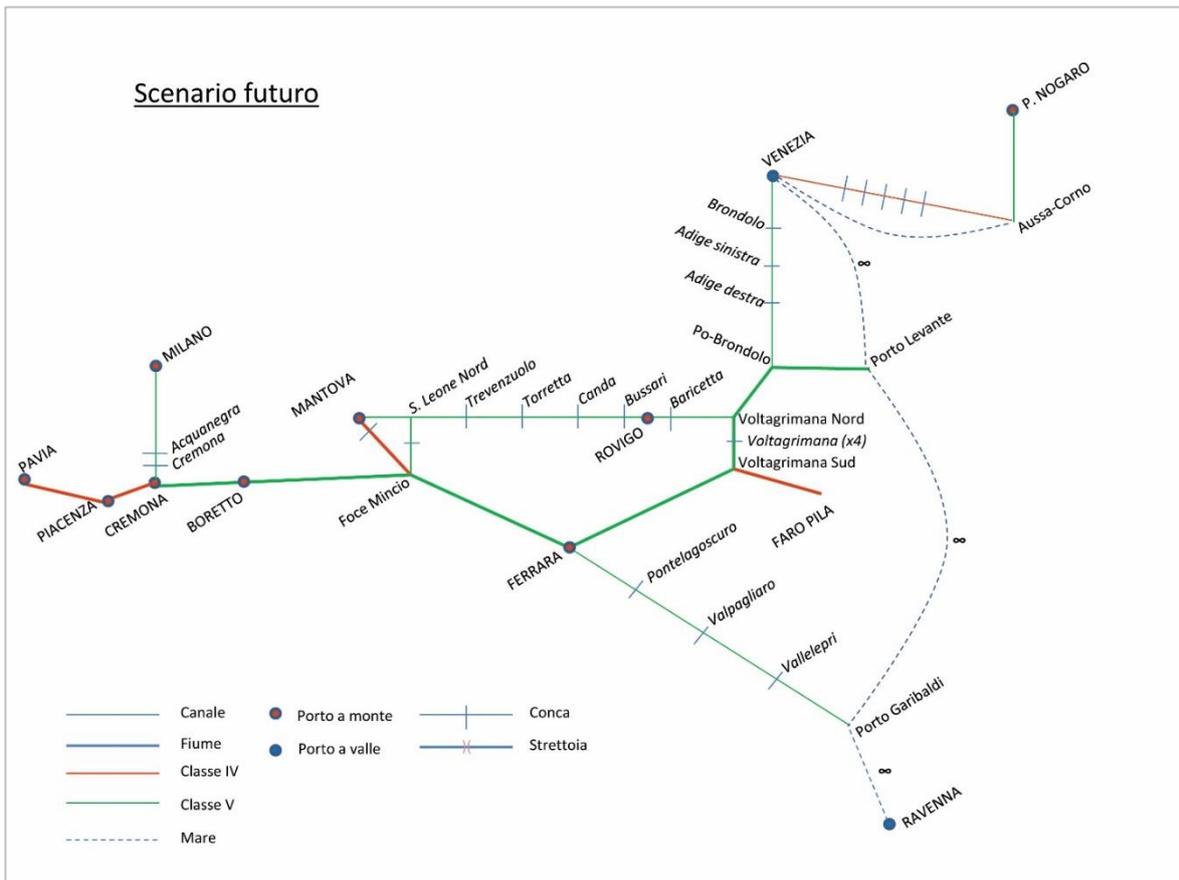


Figura 19 – Grafo dello Scenario futuro (fonte: Piano generale del Sistema Idroviario dell'Italia del Nord)

Le condizioni di navigabilità del fiume si riferiscono al livello minimo del tirante d'acqua e, di conseguenza, ai giorni di navigabilità garantita con quel tirante nell'anno:

- Navigazione normale: navigabile con un tirante minimo garantito di circa 2,5 m senza restrizioni per 160 gg/anno (media 3 m) pari al 44% del tempo;
- Navigazione con restrizioni: navigabile con meno di 2,5 m per 75 gg/anno (media 2,2 m) pari al 20% del tempo;
- Non navigabile: a causa di piena o livello inferiore ai 2,00 m per 130 gg/anno pari al 36% del tempo.

Per i canali, posto che generalmente presentano tutti tiranti d'acqua limitati a 2,50 m, sono stati suddivisi tra canali già provvisti di conche in classe V e conche in classe IV, poiché tra le due tipologie di natanti va necessariamente considerato un diverso livello di affondamento in base al tonnellaggio.

I canali sono stati distinti quindi in:

- Navigabili a livelli costanti con conche in classe V (tirante 2,50 m);
- Navigabili a livelli costanti con conche in classe IV (tirante 2,50 m).

Per i canali si ipotizza che siano navigabili per 365 gg/anno (tirante 2,50 mt), pari al 100% del tempo.

Nello scenario attuale i natanti possono trasportare le seguenti capacità:

- Lungo i canali (con tirante d'acqua 2,5 mt): 1.300 ton (Classe V) o 1.150 Ton (Classe IV)
- Lungo il fiume in condizioni di navigabilità senza restrizioni (tirante d'acqua medio 3,00 mt): 1.600 ton
- Lungo il fiume in condizioni di navigabilità con restrizioni (tirante d'acqua medio 2,2 mt): 960 ton
- Fiume non navigabile (tirante sotto i 2 mt): 0 ton

Nello scenario futuro:

- navigabile senza restrizioni: navigabile con un tirante minimo garantito di circa 2,5 m senza restrizioni per 340 gg/anno (media 3 m) pari al 93% del tempo;
- navigabile con limitazioni: navigabile con meno di 2,5 m per 0 gg/anno pari allo 0% del tempo;
- non navigabile a causa di piena per 25 gg/anno pari al 7% del tempo
- canali navigabili a livelli costanti con conche in classe V (tirante 3,50 m), navigabili per 365 gg/anno pari al 100% del tempo.

Dalle stime del Piano Generale del Sistema Idroviario dell'Italia del Nord la capacità media del fiume è pari a 900 ton, mentre quella del canale ammonta a 1300 ton. Tale dato deriva da una media pesata tra le differenti capacità delle due direttrici ed i rispettivi giorni di navigabilità.

Il dato si traduce nel fatto che possano transitare 3 natanti all'ora, per 12 ore di navigazione al giorno (si considerano 365 gg annui poiché le capacità sono già ponderate rispetto ai giorni di navigazione). Dai dati presentati nel Piano è stato stimato che nel tratto fluviale dove sorgerà il nuovo porto fluviale di Caorso e Monticelli d'Ongina possano transitare natanti con un tonnellaggio medio di 1490 ton. La capacità annua per il tratto Piacenza-Cremona è stimabile quindi in 53.640 ton/giorno e 19.578.600 ton/anno.

Per quanto riguarda l'analisi della capacità dei porti, il Piano considera la capacità di carico/scarico orario. Mediamente la velocità di carico/scarico può essere stimata in 130 ton/h, mentre a livello europeo la capacità varia tra le 150 e le 500 ton/h, in funzione della tipologia di merce e delle strutture utilizzate. Stimando un recupero di efficienza nello scenario futuro la capacità è aumentata a 150 ton/h.

Tabella 21: Calcolo capacità massima dei porti – scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	ton/h	n° chiatte	h/d	d/y	ton/y	ton/d
Rovigo	130	1	12	365	569.400	1560
Mantova	130	1	12	365	569.400	1560
Cremona	130	2	12	365	1.138.800	3120
TOTALE					2.277.600	6.240

Fonte: elaborazioni ALOT s.c.a.r.l., 2011

Tabella 22: Calcolo capacità massima dei porti – scenario futuro

SCENARIO FUTURO	ton/h	n° chiatte	h/d	d/y		ton/d
Rovigo	150	2	12	365	1.314.000	3600
Mantova	150	2	12	365	1.314.000	3600
Cremona	150	3	12	365	1.971.000	5400
Ferrara	150	1	12	365	657.000	1800
Boretto	150	1	12	365	657.000	1800
Milano	150	3	12	365	1.971.000	5400
TOTALE					7.884.000	21.600

Fonte: elaborazioni ALOT s.c.a.r.l., 2011

Dai dati presentati nel Piano è stato stimato che il nuovo porto fluviale di Caorso e Monticelli d'Ongina possa avere una capacità massima di 5400 ton/giorno e 1.971.000 ton/anno.

4.2.3 Metodologia di stima del traffico indotto

La stima del traffico indotto dal nuovo Porto fluviale commerciale di Caorso e Monticelli d'Ongina è stata valutata, come per il Terminal ferroviario, sommando in modo cautelativo il traffico generato e attratto a quello stimato per il terminal ferroviario e a quello del

polo logistico-produttivo. L'ipotesi risulta cautelativa poiché non considera le prevedibili e auspiccate interazioni in termini di veicoli pesanti tra il porto, il terminal e i comparti logistico-produttivi.

Per la stima del traffico indotto dal Porto fluviale commerciale sono state effettuate delle valutazioni analoghe a quelle considerate per il Terminal Ferroviario, ovvero si sono quantificati i mezzi pesanti generati/attratti per il trasporto delle merci movimentate dai natanti previsti.

La stima dei flussi merci previsti nel Porto commerciale fluviale è stata effettuata considerando le previsioni della capacità di trasporto delle aste fluviali e delle banchine del Porto in base agli strumenti di programmazione degli Enti di Bacino, e tramite un'attività di benchmarking con altri attracchi e porti fluviali del sistema idroviario del Po.

Nel presente Studio di traffico sono stati valutati due orizzonti temporali per la stima del traffico indotto In base alle previsioni di sviluppo del Porto fluviale commerciale:

- Orizzonte temporale di breve periodo (BP): "Attracco fluviale" - con la realizzazione dell'opera infrastrutturale si prevede uno scambio di merci appartenenti alle categorie merceologiche tradizionali per questa modalità, vale a dire le rinfuse. La capacità di trasporto del porto è stata ridotta al 20% di quella stimata dal Piano Generale del Po poiché risulta ampiamente sovrastimata rispetto ai tonnellaggi attualmente scambiati dagli altri porti e attracchi del sistema idroviario (da 5400ton/giorno a 1080 ton/giorno).
- Orizzonte temporale di lungo periodo (LP): "Porto fluviale" - con il completamento del Terminal ferroviario e dei comparti logistico-produttivi è previsto che il Porto commerciale possa sviluppare le sue piene potenzialità. Il Porto potrà essere un importante snodo di interscambio delle merci sia a servizio del sistema idroviario sia a servizio dell'intera filiera logistica grazie al collegamento con la rete ferroviaria e stradale. Il traffico fluviale è stato valutato al 100% della capacità prevista dal Piano Generale del sistema idroviario (5400 ton/giorno) e le categorie merceologiche previste sono state mutate in quelle pallettizzate e in contenitori.

La stima del traffico fluviale nel secondo caso risulta molto superiore rispetto ai traffici che attualmente si registrano mediamente nel sistema idroviario ma risulta cautelativa per la stima dell'impatto del traffico sulla viabilità dei Comuni di Caorso e Monticelli d'Ongina.

4.2.4 Stima del traffico indotto

Seguendo la metodologia illustrata sono stati stimati il numero di mezzi pesanti necessari a realizzare il carico o lo scarico della merce prevista.

Le differenti categorie merceologiche sono state ripartite in base alla capacità di trasporto di ciascun mezzo su gomma. Per una stima cautelativa dei mezzi pesanti è stato applicato un

fattore di carico del 85% alla capacità di ciascun mezzo stradale. La stima del traffico dell'ora di punta (hdp) è stata desunta tramite un coefficiente di espansione ora-giorno (pari a 0,071) dal traffico giornaliero.

- Breve periodo (BP): "Attracco fluviale"

Categoria merceologica	Carico natanti (t)	Ipotesi ripartizione sul totale	Capacità mezzo stradale (t)	Load factor
Sfarinati	162	15,0%	23	0,85
Inerti	378	35,0%	23	0,85
Rottami	540	50,0%	23	0,85
<i>totale</i>	<i>1.080</i>	<i>100,0%</i>		

Si ipotizza che lato terra il 100% delle merci vengano movimentate tramite trasporto su gomma.

- Lungo periodo (LP): "Porto fluviale"

Categoria merceologica	Carico Natanti (t)	Ipotesi ripartizione sul totale	Capacità mezzo stradale (t)	Load factor
Contenitori	2160	40,0%	21,6	0,85
Rottami	1080	20,0%	23	0,85
Colli	2160	40,0%	23	0,85
<i>totale</i>	<i>5.400</i>	<i>100,0%</i>		

Si ipotizza che lato terra le merci vengano movimentate sia tramite trasporto su gomma che su ferro. Per i contenitori si ipotizza che un 70% del carico utilizzi il Terminal ferroviario, per i colli un 50%, mentre per i rottami si ipotizza che il trasporto sia effettuato solo tramite mezzi stradali da e verso le realtà industriali locali.

Tabella 14 – stima del traffico indotto generato e attratto dal Porto fluviale (spostamenti originati-destinati)

	Scenario BP	Scenario LP
Spostamenti mezzi pesanti/hdp	8	46
Spostamenti mezzi pesanti /giorno	110	636
Spostamenti mezzi pesanti/settimana	608	3498
Spostamenti mezzi pesanti /anno	31.599	181.896

4.3 Comparti urbanistici

L'Accordo Territoriale tra i Comuni di Caorso e Monticelli d'Ongina per l'attuazione del PPST individua una serie di comparti urbanistici riportati in Figura 20.

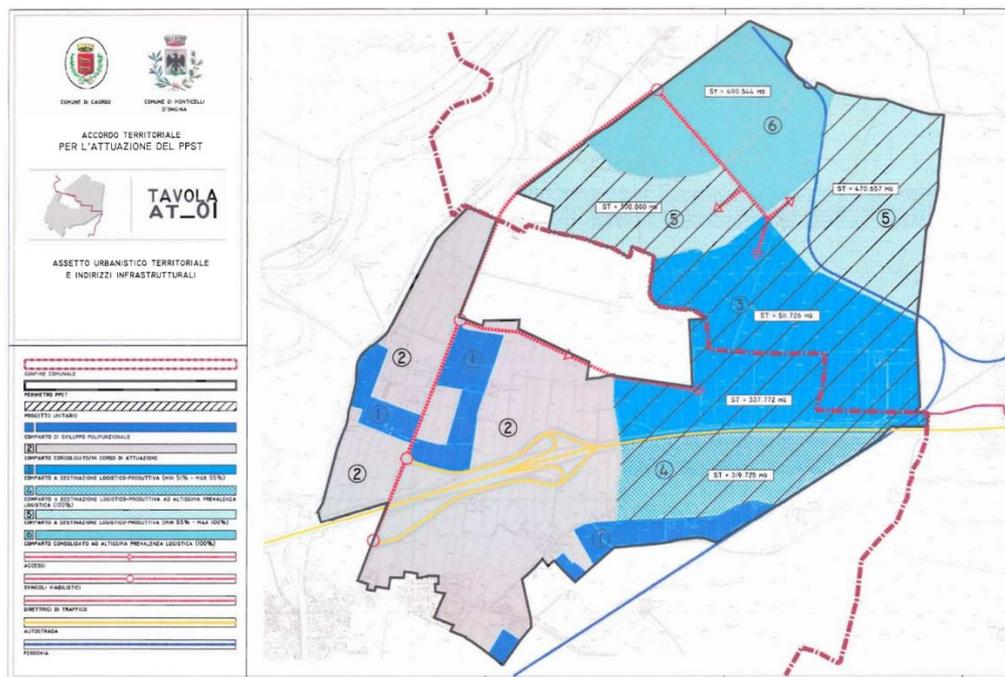


Figura 20 – Tavola 1 Accordo Territoriale Comuni Caorso e Monticelli d'Ongina

Tabella 15 – descrizione dei comparti previsti dall'Accordo Territoriale

Tipologia	Descrizione destinazione
1	Comparto di sviluppo polifunzionale - comparto con destinazioni polifunzionali
2	Comparto consolidato/ in corso di attuazione - comparto con destinazioni polifunzionali
3	Comparto a destinazione logistico-produttiva (51%-55% ST); comparto destinato alla logistica a bassa prevalenza compresa tra il 51% e il 55% della ST del comparto stesso
4	Comparto a destinazione logistico-produttiva ad altissima prevalenza logistica (100% ST) - Comune di Caorso; comparto destinato alla logistica con prevalenza al 100% della ST del comparto stesso
5	Comparto a destinazione logistico-produttiva ad alta prevalenza logistica (55%-100% ST); comparto destinato alla logistica ad alta prevalenza compresa tra il 55% e il 100% della ST del comparto stesso
6	Comparto consolidato ad altissima prevalenza logistica (100% ST)- Comune di Monticelli d'Ongina; comparto destinato alla logistica con prevalenza pari al 100% della ST del comparto stesso

Si riporta in Tabella 16 la Superficie Territoriale di ciascun comparto dell'Accordo Territoriale.

Tabella 16 – parametri urbanistici dei comparti previsti dall'Accordo Territoriale

Comparto	Stato realizzativo	Destinazione d'uso	ST (mq)
1 Caorso	di sviluppo	polifunzionale	263.000
2 Caorso	consolidato/ in attuazione	polifunzionale	1.300.000
3 Caorso	di previsione	logistico-produttiva	337.772
3 Monticelli	di previsione	logistico-produttiva	511.726
4 Caorso	di previsione	logistico-produttiva	319.725
5 Ovest Monticelli	di previsione	logistico-produttiva	300.000
5 Est Monticelli	di previsione	logistico-produttiva	470.657
6 Monticelli	consolidato	logistico-produttiva	490.544

E' risultato necessario considerare due categorie di aree insediative: la prima, comprende e aree di prossima realizzazione e attuazione nei Comparti limitrofi all'area di progetto (rappresentate in blu nella Figura 21. Sono aree ricadenti nel Comparti 1 e 2 del Comune di Caorso e sono denominate Lotti C, D, E, F, G e H. La seconda tipologia di aree è composta da quelle incluse nei Comparti urbanistici di progetto e sono rappresentate in rosso nella Figura 21.

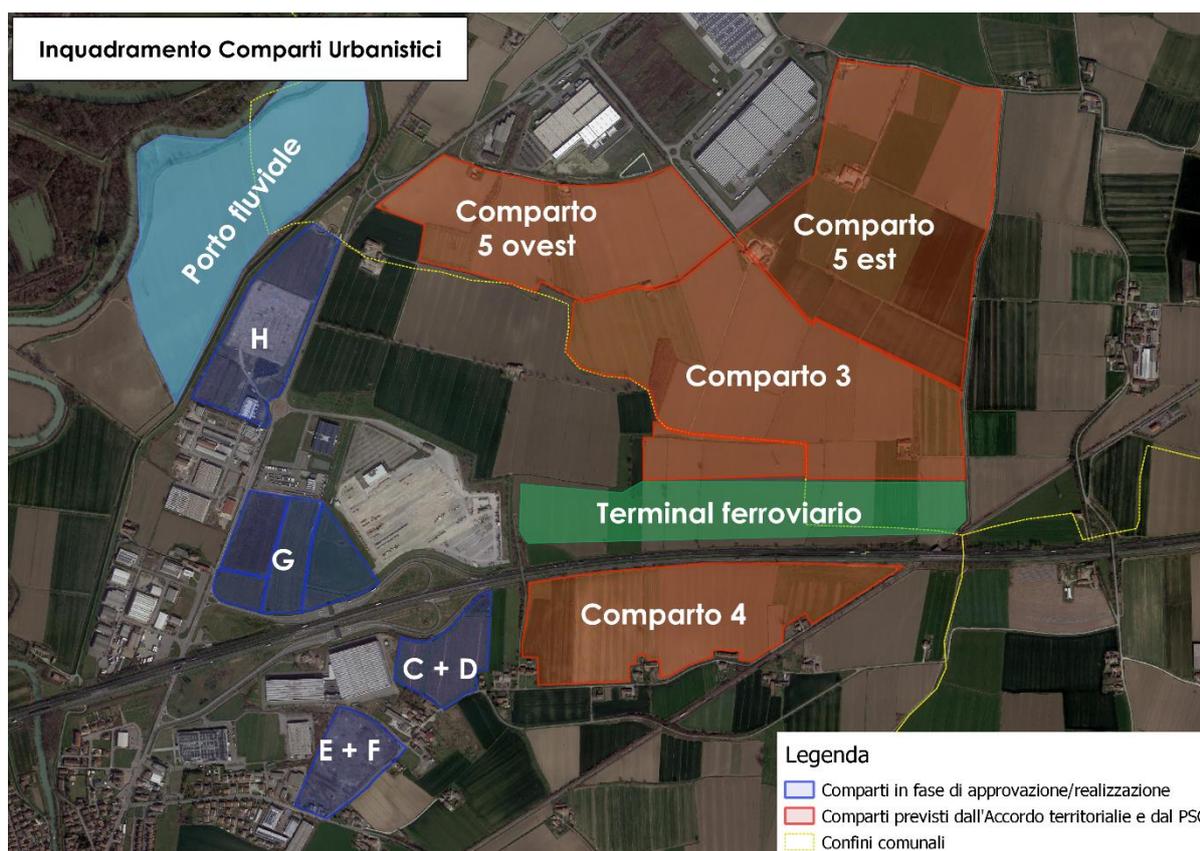


Figura 21 - inquadramento dei Comparti urbanistici analizzati nello Studio di Traffico

4.3.1 Metodologia di stima del traffico indotto

Per avere una stima del traffico indotto, è stata impiegata la procedura proposta dal manuale Trip Generation 10th edition, redatto dall'ITE (Institute of Transportation Engineers). Il manuale offre una stima dei veicoli attratti e generati in base alla destinazione di uso del suolo e ad una variabile indipendente e la superficie utile lorda GFA (Gross Floor Area).

La GFA espressa in unità anglosassoni (1000 square feet) è stata ricavata, con gli opportuni coefficienti di conversione, a partire dai valori di Superficie Utile dei comparti urbanistici che, in fase di progettazione preliminare, sono stati stimati coincidenti a quelli della superficie coperta.

Le categorie di uso del suolo proposte dal manuale che meglio rappresentavano le destinazioni d'uso dei comparti sono le seguenti:

- destinazione d'uso polifunzionale: Land Use 130 – Industrial Park (“Zona industriale”);
- destinazione d'uso produttiva: Land Use 130 – Industrial Park (“Zona industriale”);

An industrial park contains a number of industrial or related facilities. It is characterized by a mix of manufacturing, service, and warehouse facilities with a wide variation in the proportion of each type of use from one location to another. Many industrial parks contain highly diversified facilities—some with a large number of small businesses and others with one or two dominant industries.

- destinazione d'uso **logistica: Land Use 154 - High-Cube Transload and Short-Term Storage Warehouse** (“Magazzino di volume elevato per lo stoccaggio a breve termine e il trasbordo merci”)

A high-cube warehouse (HCW) is a building that typically has at least 200,000 gross square feet of floor area, has a ceiling height of 24 feet or more, and is used primarily for the storage and/or consolidation of manufactured goods (and to a lesser extent, raw materials) prior to their distribution to retail locations or other warehouses. A typical HCW has a high level of on-site automation and logistics management. The automation and logistics enable highly-efficient processing of goods through the HCW. The HCWs included in this land use include transload and short-term facilities. Transload facilities have a primary function of consolidation and distribution of pallet loads (or larger) for manufacturers, wholesalers, or retailers. They typically have little storage duration, high throughput, and are high-efficiency facilities. Short-term HCWs are high-efficiency distribution facilities often with custom/special features built into structure for movement of large volumes of freight with only short-term storage of products.

Le Superfici Utili previste in ciascuno dei Comparti urbanistici e in ciascuna fase realizzativa sono state utilizzate per alimentare il modello; il risultato è una stima cautelativa, in quanto in questo modo sono state considerate le massime superfici utili a partire dalle superfici territoriali previste nell'accordo territoriale e dagli indici urbanistici previsti dai PSC di Caorso e Monticelli d'Ongina, senza però considerare le limitazioni connesse ai vincoli presenti (linee elettriche, vincoli paesaggistici, rete idrica superficiale ecc..). Ciascuno scenario di simulazione è stato

quindi contraddistinto da uno specifico carico urbanistico di progetto riportato nella seguente Tabella 17.

Lo scenario di progetto P5 considera l'attuazione dei comparti 4 in Caorso e 5 est in Monticelli considerando anche per essi il massimo della loro potenzialità edificatoria, senza le limitazioni indotte dai vincoli presenti. Quest'ultimo scenario è stato aggiunto in modo cautelativo per stimare un traffico indotto, ma risulta di difficile attuazione complessiva a causa dei numerosi vincoli presenti (fascia rispetto autostradale, canali, angolo visivo caschine storiche, vincolo paesaggistico). Per la descrizione dettagliata dei singoli scenari si faccia riferimento al Paragrafo 5.1.

Tabella 17 – stima della Superficie utile nei differenti scenari di simulazione

Comparti	ST (m2)	Superficie utile (m2)			
		Progetto P2	Progetto P3	Progetto P4	Progetto P5
3 caorso	337.772	occupato dal Terminal ferroviario			
3 monticelli	511.726	330.000	330.000	330.000	330.000
5 ovest monticelli	300.000				
4 caorso	319.725	-	120.000	120.000	144.000
5 est monticelli	470.657	-	-	150.000	212.000
Carico urbanistico complessivo		330.000	450.000	600.000	686.000

In accordo con le previsioni sono state stimate le GFA, riportate in Tabella 18.

Tabella 18 – calcolo dell'area per la stima del traffico indotto – Gross Floor Area (GFA)

Comparto	Superficie Territoriale (mq)	Lotto	Destinazione	Area fondiaria (mq)	Stima Superficie utile (mq)	GFA (1000 square feet)
1 Caorso di sviluppo	49.935	G	polifunzionale	32.458	19.475	210
2 Caorso in attuazione	243.056	G	polifunzionale	157.986	94.792	1.020
	-	C,D	polifunzionale	55.821	23.385	252
	-	E,F	polifunzionale	52.699	25.146	271
	119.274	H	polifunzionale	77.528	46.517	501
3 Caorso	337.772	terminal ferroviario				
4 Caorso	319.725		logistica 100%	207.821	124.693	1.342
3 Monticelli	511.726		logistica 51%	104.392	83.514	899
			produttiva 49%	100.298	80.239	864
5 Monticelli Ovest	300.000		logistica 55%	66.000	52.800	568
			produttiva 45%	54.000	43.200	465
5 Monticelli Est	470.657		logistica 55%	103.545	82.836	892
			produttiva 45%	84.718	67.775	730

La stima delle Superfici utili ha preso in esame tutti i comparti urbanistici ad eccezione del Comparto 3 Caorso sul quale è previsto l'insediamento del terminal ferroviario. Per verifica è stato calcolato il traffico indotto dal comparto se fosse attuato come comparto logistico-produttivo analogo agli altri del PPST. Risultano 32 veicoli pesanti generati e attratti mediamente nell'ora di punta del mattino dal terminal ferroviario mentre sono 40

quelli stimati con la metodologia ITE per il comparto urbanistico: la realizzazione dei capannoni invece che del terminal ferroviario genererebbe un traffico superiore del 25 %.

Per la destinazione d'uso produttiva (Land Use 130) la metodologia Trip Generation stima un valore specifico di mezzi per unità d'area decisamente maggiore di quella logistica (Land Use 154). Per quei comparti che nell'Accordo Territoriale devono essere attuati a destinazione logistica con una quota variabile della Superficie Territoriale, essa è stata mantenuta verso il limite inferiore. L'ipotesi è cautelativa poiché, come precedentemente enunciato, porta a considerare un traffico indotto complessivamente maggiore a causa di una maggiore quota a destinazione d'uso produttiva.

4.3.2 Stima dei flussi dell'ora di punta

La metodologia ITE restituisce:

- il numero di mezzi equivalenti che circolano sulla strada adiacente all'area considerata in termini di veicoli dell'ora di punta del mattino
- una stima per la distribuzione percentuale tra i veicoli destinati e generati dall'area.

Il risultato della stima del traffico indotto in termini di veicoli equivalenti generati e attratti dai comparti urbanistici nell'ora di punta del mattino è riportato in Tabella 19.

Tabella 19 – calcolo del traffico indotto nell'ora di punta del mattino (veicoli equivalenti)

Comparto	Lotto	Destinazione	Land Use (ITE)	Peak Hour of Adjacent Street Traffic		
				Veicoli equivalenti/hdp	in	out
1 Caorso di sviluppo	G	polifunzionale	130	84	81%	19%
2 Caorso in attuazione	G	polifunzionale	130	408	81%	19%
	C,D	polifunzionale	130	101	81%	19%
	E,F	polifunzionale	130	108	81%	19%
	H	polifunzionale	130	200	81%	19%
3 Caorso						
4 Caorso		logistica 100%	154	107	77%	23%
3 Monticelli		logistica 51%	154	67	77%	23%
		produttiva 49%	130	324	81%	19%
5 Monticelli Ovest		logistica 55%	154	43	77%	23%
		produttiva 45%	130	174	81%	19%
5 Monticelli Est		logistica 55%	154	71	77%	23%
		produttiva 45%	130	292	81%	19%

I veicoli equivalenti (X_{EQ}) sono stati ripartiti nelle tre classi veicolari (Auto – X_A , Commerciali leggeri – X_B , Pesanti – X_C) del modello di traffico in base ai seguenti coefficienti di equivalenza e in base alle percentuali di ripartizione tra le classi veicolari, ottenuti per combinazione dei dati di traffico medi della zona con dati relativi ai varchi di interporti e attività produttive similari:

- coefficiente di equivalenza auto: 1 (α)
- coefficiente di equivalenza mezzo commerciale leggero: 1,5 (β)
- coefficiente di equivalenza mezzo pesante: 2,5 (γ)
- Percentuale media Auto: 74,2% (P_A)
- Percentuale media Commerciali leggeri: 9,8% (P_B)
- Percentuale media Pesanti: 5,6% (P_C)

Tabella 20 – calcolo del traffico dell'ora di punta ripartito per classi veicolari

Comparto	Lotto	Destinazione	Auto	Commerciali leggeri	Pesanti
1 Caorso di sviluppo	G	polifunzionale	48	6	11
2 Caorso in attuazione	G	polifunzionale	236	28	52
	C,D	polifunzionale	58	7	13
	E,F	polifunzionale	61	8	14
	H	polifunzionale	114	14	26
3 Caorso					
4 Caorso		logistica 100%	60	8	14
3 Monticelli		logistica 51%	37	5	9
		produttiva 49%	189	22	41
5 Monticelli Ovest		logistica 55%	24	3	6
		produttiva 45%	101	12	22
5 Monticelli Est		logistica 55%	41	5	9
		produttiva 45%	170	20	37

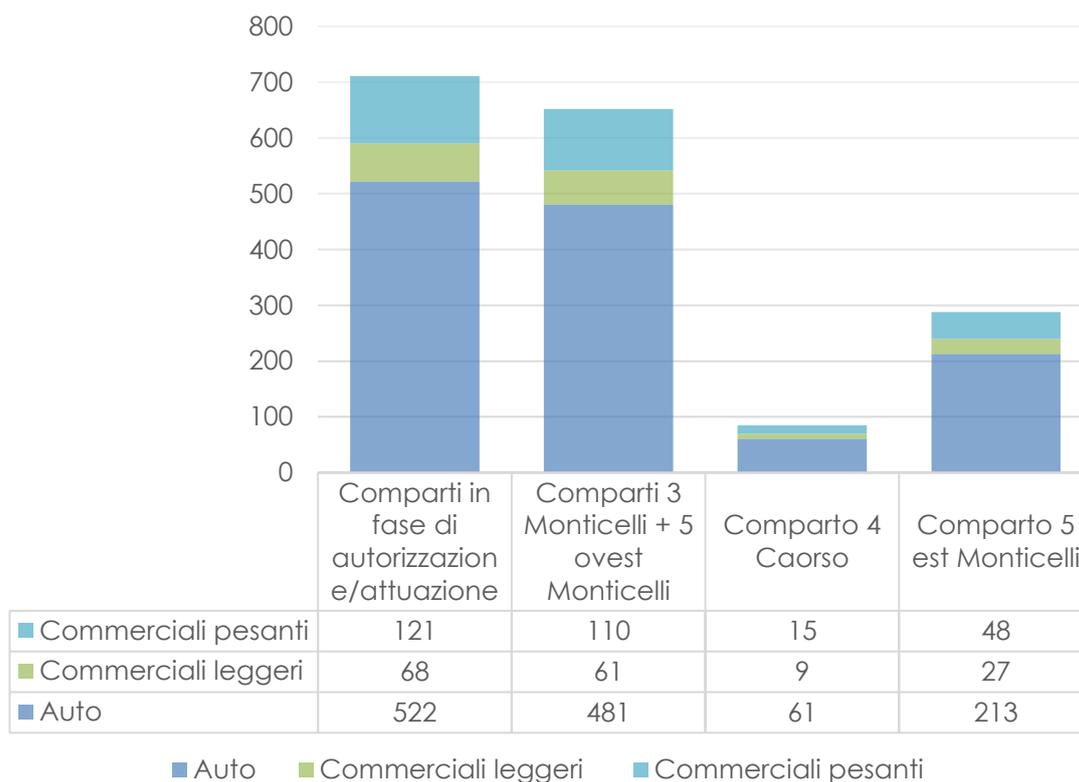


Figura 22 - Traffico indotto dell'ora di punta aggregato per i comparti urbanistici simulati nei diversi scenari²

Il comparto 4 caorso genera un basso numero di veicoli poiché la destinazione d'uso prevista è al 100% di tipo logistico e, come illustrato precedentemente, la Land Use 154 porta ad una stima del traffico indotto inferiore rispetto al Land Use 130.

Per quanto riguarda lo Scenario di Progetto P5, vale a dire quello di verifica dell'ipotetica realizzazione di una maggiore Superficie Utile nei comparti 4 caorso e 5 est monticelli, si riportano in modo sintetico i risultati della stima del traffico indotto dell'ora di punta.

4 Caorso: SU = 144.000 (m²) ovvero in GFA 1555 (1000square feet) a destinazione logistica (Land Use 154) si stima produca 124 veicoli equivalenti ovvero 71 auto, 9 commerciali leggeri e 16 commerciali pesanti.

5 est Monticelli: SU = 212.000 (m²) ovvero in GFA 1259 (1000 square feet) a destinazione logistica (Land Use 154) e 1030 (1000 square feet) a destinazione produttiva (Land Use 130) si stima producano 513 veicoli equivalenti ovvero 298 auto, 35 commerciali leggeri e 65 commerciali pesanti.

² La ripartizione del traffico nelle due direzioni, ovvero in entrata ed uscita dal comparto, ha portato ad approssimare i numeri di veicoli agli interi superiori sovrastimando di poche unità i veicoli simulati nel micro modello dell'ora di punta (valutando ancora più cautelatativamente le condizioni di deflusso).

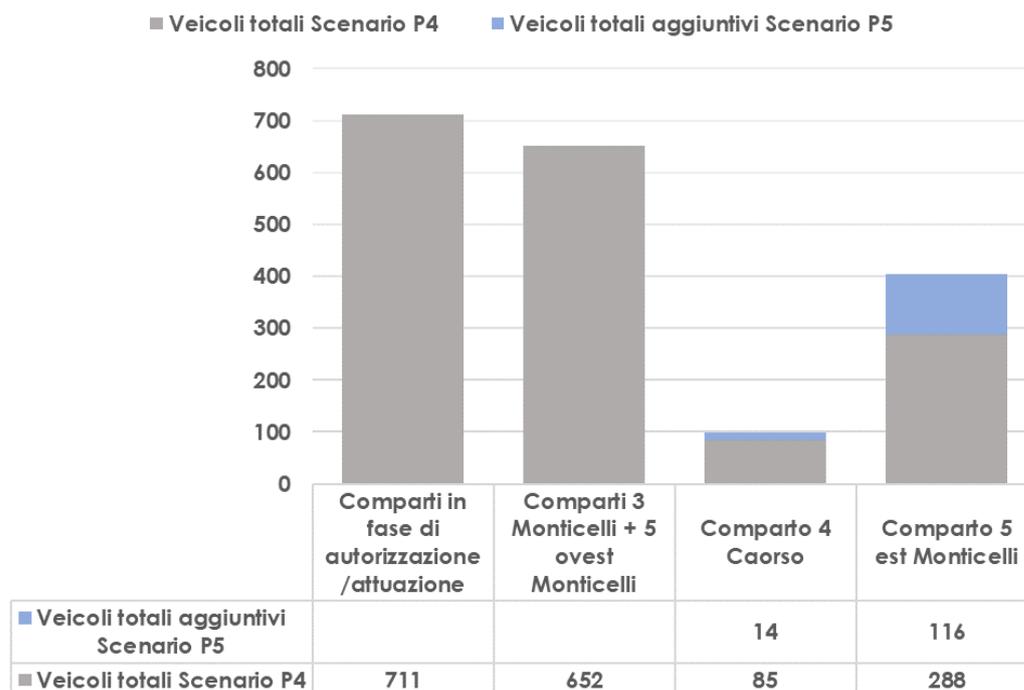


Figura 23 - Traffico indotto totale dell'ora di punta per i compartimenti urbanistici simulati negli Scenari P4 e P5

4.3.3 Stima dei flussi giornalieri

Si stima che il traffico giornaliero generato e attratto dall'insediamento di tutte le nuove attività della zona, sia dei compartimenti in via di realizzazione che dei compartimenti di progetto, sarà di 12133 auto, 1398 veicoli commerciali leggeri e 2618 veicoli pesanti ripartiti come da Tabella 21.

Tabella 21 – calcolo del traffico giornaliero ripartito per classi veicolari

Comparto	Lotto	Destinazione	Auto	Commerciali leggeri	Pesanti
1 Caorso di sviluppo	G	polifunzionale	411	48	90
2 Caorso in attuazione	G	polifunzionale	1837	211	395
	C,D	polifunzionale	496	57	107
	E,F	polifunzionale	533	62	115
	H	polifunzionale	985	114	213
3 Caorso					
4 Caorso		logistica 100%	1098	126	237
3 Monticelli		logistica 51%	1660	191	358
		produttiva 49%	688	80	149
5 Monticelli Ovest		logistica 55%	436	50	94
		produttiva 45%	858	99	185
5 Monticelli Est		logistica 55%	728	84	158
		produttiva 45%	1438	165	310

Il traffico giornaliero dei soli compartimenti di progetto risulta di 7871 auto, 906 commerciali leggeri e 1698 commerciali pesanti.

Per quanto riguarda lo Scenario di Progetto P5, contraddistinto da una maggiore Superficie Utile nei comparti 4 caorso e 5 est monticelli il traffico giornaliero complessivo dei comparti di progetto risulta di 8757 auto, 1008 commerciali leggeri e 1886 commerciali pesanti, corrispondente ad una crescita del volume di traffico complessivo del 11,2%.

4.3.4 Stima dei flussi annuali e confronto con altri poli logistici

La fase finale della stima del traffico indotto dai comparti urbanistici è stata validata tramite un confronto dei dati di produzione annuale dei camion con altri interporti del Centro-Nord Italia. Il benchmarking è stato effettuato ricavando un coefficiente di produzione per unità di area dagli altri interporti; moltiplicando quindi il coefficiente di produzione medio per l'area complessiva realizzata è stato ricavato il numero di camion/anno di confronto per i comparti logistico-produttivi nei diversi scenari di simulazione.

La stima annuale di camion per i vari scenari realizzativi del Terminal è stata ricavata moltiplicando il numero di mezzi commerciali leggeri e commerciali pesanti giornalieri per un coefficiente di espansione giorno-anno pari a 275.

Tabella 22 – calcolo del traffico annuale e confronto con altri poli logistici

Poli logistici ³	Superficie complessiva (mq)	Numero di camion/anno di confronto	Stima traffico annuo indotto
1	4.100.000	1.432.155	-
2	4.200.000	1.572.791	-
3	2.500.000	830.676	-
Comparti logistici Scenario P2	1.149.498	404.643	419.100
Comparti logistici Scenario P3	1.469.223	517.191	534.600
Comparti logistici Scenario P4	1.939.880	682.871	716.100
Comparti logistici Scenario P5	1.939.880	682.871	795.850

Come è possibile osservare in Tabella 22, il numero di camion stimati per i comparti logistici sono proporzionalmente maggiori di quelli ricavati dal confronto con altri poli logistici.

Si sottolinea come secondo le previsioni attuali lo scenario progettuale più probabile risulta lo Scenario P2 con l'edificazione dei comparti 3 Monticelli e 5 ovest Monticelli. Lo Studio di traffico ha comunque preso in esame anche gli scenari con carichi urbanistici maggiori fino allo Scenario P5, vale a dire con la realizzazione dei comparti logistico-produttivi al massimo della loro potenzialità edificatoria. Come precedentemente esposto nel Paragrafo 4.1.1, quest'ipotesi è difficilmente raggiungibile per i molti vincoli urbanistici e ambientali dell'area.

³ Per motivi contrattuali di riservatezza, non è possibile inserire le indicazioni esplicite dei poli logistici considerati, che vengono quindi indicati con un numero identificativo.

5. IL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

5.1 Scenari di simulazione

Come accennato in premessa, sono stati implementati sette scenari di simulazione facendo variare la domanda e l'offerta di trasporto.

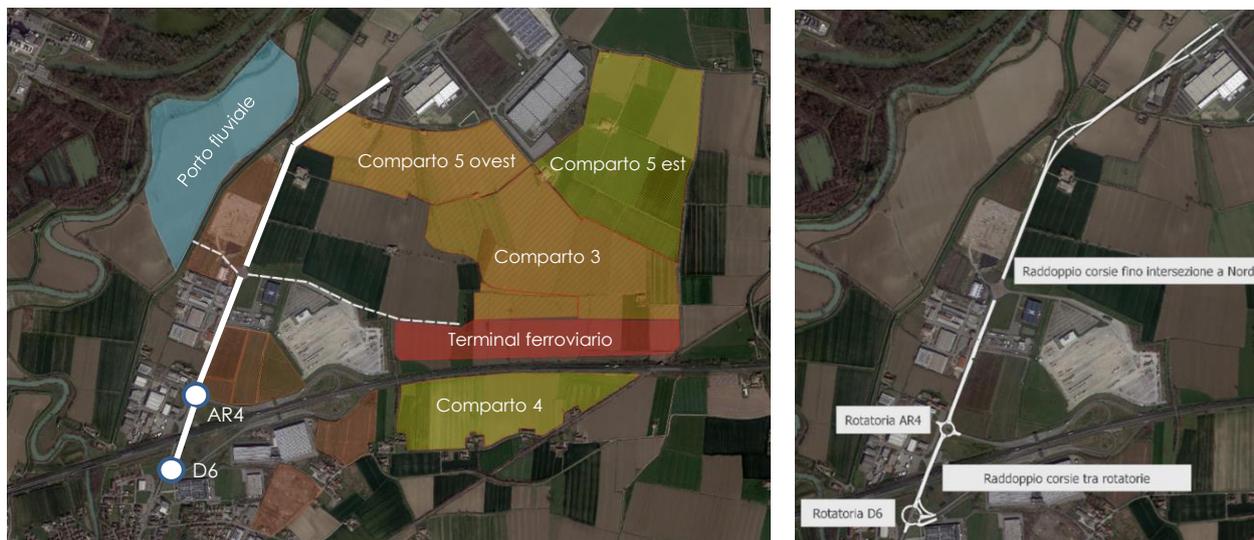


Figura 24 - Sx: Aree di progetto e interventi infrastrutturali. Dx: focus interventi infrastrutturali

Per quanto riguarda la domanda, oltre al traffico indotto dai comparti urbanistici già in fase di realizzazione, dal Terminal ferroviario e dal Porto fluviale commerciale, è stato considerato il traffico indotto dalla realizzazione dei comparti logistico-produttivi. Sono stati considerati degli scenari incrementali in cui si prevede la graduale realizzazione dell'edificato fino al massimo carico urbanistico teoricamente stimabile a partire dalle indicazioni dell'Accordo Territoriale, ma nei fatti difficilmente realizzabile (scenario P5).

Per quanto riguarda l'offerta infrastrutturale, è stato valutato l'effetto della realizzazione delle rotatorie già previste nei pressi dello svincolo autostradale dell'A21 di Caorso e il progressivo raddoppio della strada provinciale SP10R, prima tra le due rotatorie e poi fino alla grande rotatoria ovale.

Il primo scenario simula le condizioni attuali di traffico ed è stato utilizzato per la calibrazione e validazione del modello. Il secondo scenario rappresenta lo stato di fatto di riferimento ovvero lo scenario futuro invariante per il presente studio rispetto cui valutare gli interventi progettuali. Dal terzo scenario sono state valutate le condizioni di deflusso a seguito della realizzazione degli interventi di progetto.

Tabella 23 – Prospetto riassuntivo degli scenari di simulazione

Scenario	Denominazione	Domanda	Offerta
1	Attuale A0	Stato attuale del traffico	Stato attuale dell'offerta
2	Riferimento R0	A0 + Comparti in fase di attuazione	A0 + rotatoria D6 + rotatoria AR4
3	Progetto P1	R0 + Terminal ferroviario + porto fluviale	R0 + raddoppio corsie da rotatoria D6 a rotatoria AR4
4	Progetto P2	P1+ Comparti 3 Monticelli e 5 ovest Monticelli	P1+ raddoppio corsie da rotatoria AR4 a ingresso polo logistico
5	Progetto P3	P2 + Comparto 4 Caorso	
6	Progetto P4	P3 + Comparto 5 est Monticelli	
7	Progetto P5	P2 + Comparto 4 Caorso e 5 est Monticelli al massimo carico urbanistico stimabile dallo stato pianificatorio	

Lo scenario 4 denominato **Progetto 2** costituito dal terminal ferroviario, dal porto fluviale e dai compartimenti Monticelli 3 e 5 ovest, è il più probabile, in quanto la nuova legge urbanistica prevede la decadenza delle previsioni per le quali sarà presentato il PUA entro il 31.12.2021.

Lo scenario 7 (denominato Progetto 5), risulta invece, come precedentemente illustrato, di difficile realizzazione per i numerosi vincoli urbanistici e ambientali che insistono sull'area.

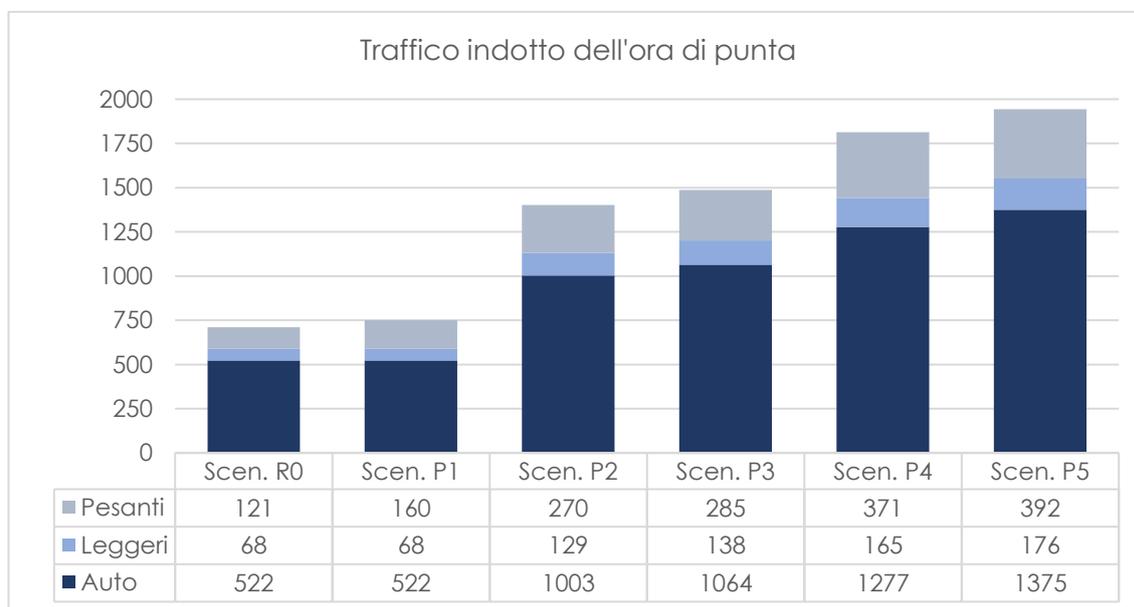


Figura 25 – Traffico indotto negli scenari di simulazione distinto per classi veicolari

La stima del traffico indotto nell'ora di punta genera un numero di automobili molto elevato, potenzialmente legato allo spostamento degli addetti dei compartimenti, dovuto alla destinazione "produttiva" generalmente intesa, per cui non si hanno allo stato attuale dettagli che permettano una previsione più specifica. Si precisa che nel caso di un polo logistico-produttivo

la stima di un così alto numero di addetti appare molto cautelativa, in quanto più rispondente ai valori osservati per altre tipologie di attività produttive.

6. SCENARIO DELLO STATO ATTUALE - ATTUALE A0

6.1 Implementazione modello e calibrazione

La rete di offerta del modello è caratterizzata a partire dalla classificazione funzionale associata a ciascuna arco, che ne determinano capacità per corsia, velocità massima ammessa; le intersezioni semaforizzate sono invece caratterizzate dalle fasi e dalla temporizzazione.

I veicoli presenti nella simulazione sono suddivisi in tre categorie, ognuna delle quali definita da elementi caratteristici quali, per citarne alcuni, la lunghezza media, l'accelerazione e la decelerazione medie, la velocità massima desiderabile, il tempo di reazione. Le categorie di veicoli considerate sono:

- Auto;
- Veicoli commerciali leggeri;
- Veicoli commerciali pesanti;

La configurazione del sistema di offerta è quello dello stato attuale senza nessuna variazione infrastrutturale. La matrice di domanda deriva come visto da un processo di correzione della matrice Origine Destinazione ISTAT.

La matrice estratta riguarda l'ora di punta del mattino (7:30 - 8:30) di un giorno feriale medio scolastico. Nel modello di microsimulazione, tuttavia, il periodo di analisi è esteso di mezzora sia prima dell'inizio dell'ora di punta che dopo: in questo modo si ha una prima fase (7:00 - 7:30) in cui i veicoli entrano e caricano nella rete esaminata, una seconda fase (7:30 - 8:30) in cui si registrano i flussi di punta ed una terza fase (8:30 - 9:30) senza ulteriori carichi di traffico per far arrivare a destinazione tutti i veicoli. L'ultima fase è importante per stimare alcuni macro indicatori trasportistici come le percorrenze medie orarie (veic*km) e i tempi di percorrenza medi orari (veic*h).

Le matrici di precarico della rete sono state ricavate come frazione della matrice dell'ora di punta; nello specifico il periodo 7:00 - 7:30 è stato simulato con una matrice la cui entità è pari al 30% della matrice dell'ora di punta. Il modello considera una disciplina degli arrivi di tipo esponenziale, in modo da approssimare un modello di approccio alla rete casuale.

La fase di calibrazione del modello di microsimulazione comporta la regolazione dei parametri alla base del funzionamento di tali modelli, al fine di riprodurre le reali condizioni di deflusso della rete: i parametri comportamentali hanno infatti un'influenza preponderante sulla formazione delle code, in particolare nei punti di intersezione. La calibrazione di tali parametri comporta la scelta del loro valore medio e della loro varianza per le diverse categorie di utenti e i vari archi del grafo stradale: le diverse simulazioni del

medesimo scenario non restituiscono gli stessi risultati puntuali in termini di tempi di percorrenza e flusso, perché la scelta del percorso del singolo veicolo dipende dall'evoluzione temporale dello scenario, che a sua volta -come già anticipato- cambia al variare di tali parametri. I parametri calibrati sul modello attuale sono quindi riutilizzati per la simulazione degli scenari futuri.

6.2 Validazione del modello

Il modello di micro-simulazione è stato validato a partire dai rilievi di traffico disponibili sulla rete. Il confronto statistico tra i flussi veicolari rilevati e simulati attraverso il coefficiente di determinazione R^2 è riportato nelle seguenti figure distinto per le tre classi veicolari.

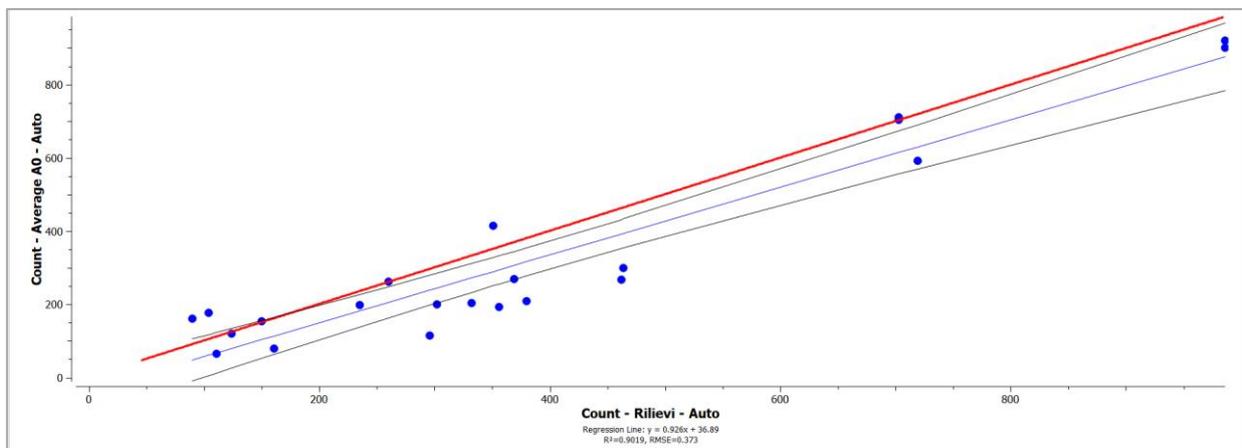


Figura 26 – Validazione modello – classe Auto – $R^2 = 0,90$

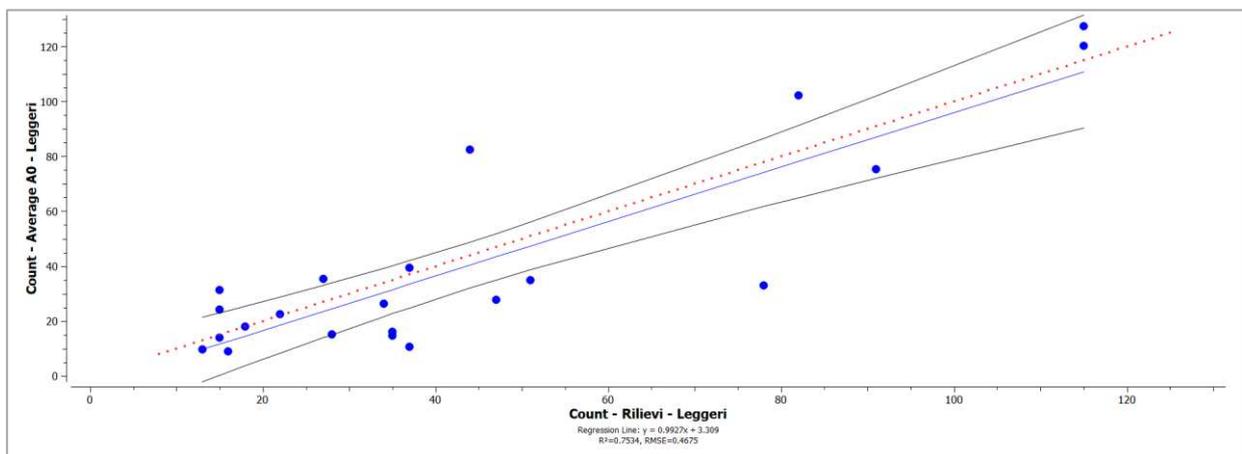


Figura 27 – Validazione modello – classe Commerciali leggeri – $R^2 = 0,75$

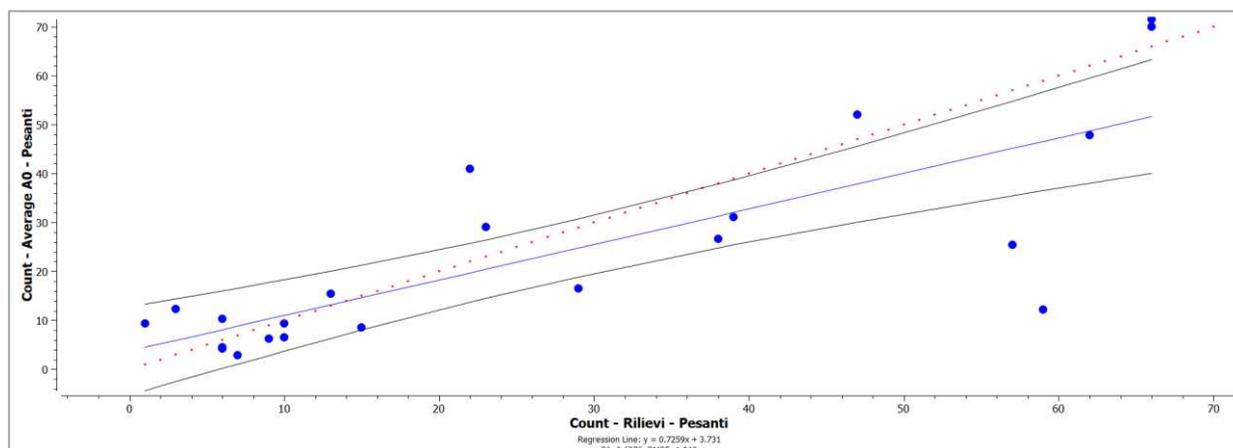


Figura 28 – Validazione modello – classe Commerciali Pesanti – $R^2 = 0,63$

6.3 Risultanze funzionali

Si procede a illustrare i risultati dello scenario di microsimulazione attraverso gli indici trasportistici. La prima elaborazione grafica proposta nella Figura 29 mostra i Livelli di Servizio degli archi della rete, limitatamente a quelli di interesse per lo studio di traffico e di cui è possibile il calcolo tramite le procedure HCM espone nel Paragrafo 0. Nella successiva Figura 30 è riportato il Level of Efficiency, ovvero il rapporto tra velocità media simulata e la velocità di deflusso libero dell'arco. In Figura 31 infine è riportato il flussogramma dei volumi assegnati dal modello di simulazione in termini di veicoli equivalenti nell'ora di punta. Lo spessore degli archi è proporzionale al flusso mentre il colore è associato al grado di saturazione dell'arco. Valori di saturazione, ovvero di rapporto flusso-capacità, maggiori di 1 non sono univocamente sinonimo di crisi dell'arco poiché dipendono dalla capacità teorica assegnata nel modello.

Si evidenzia come solo alcuni archi stradali dell'area urbana di Caorso siano contraddistinti da leggeri rallentamenti (Level of Efficiency inferiori a 0,75) e da Livelli di Servizio C o D. I tempi di attesa registrati sono connessi alla presenza di semafori e all'attuale configurazione dell'intersezione a raso che collega la SP10R agli svincoli autostradali di Caorso.

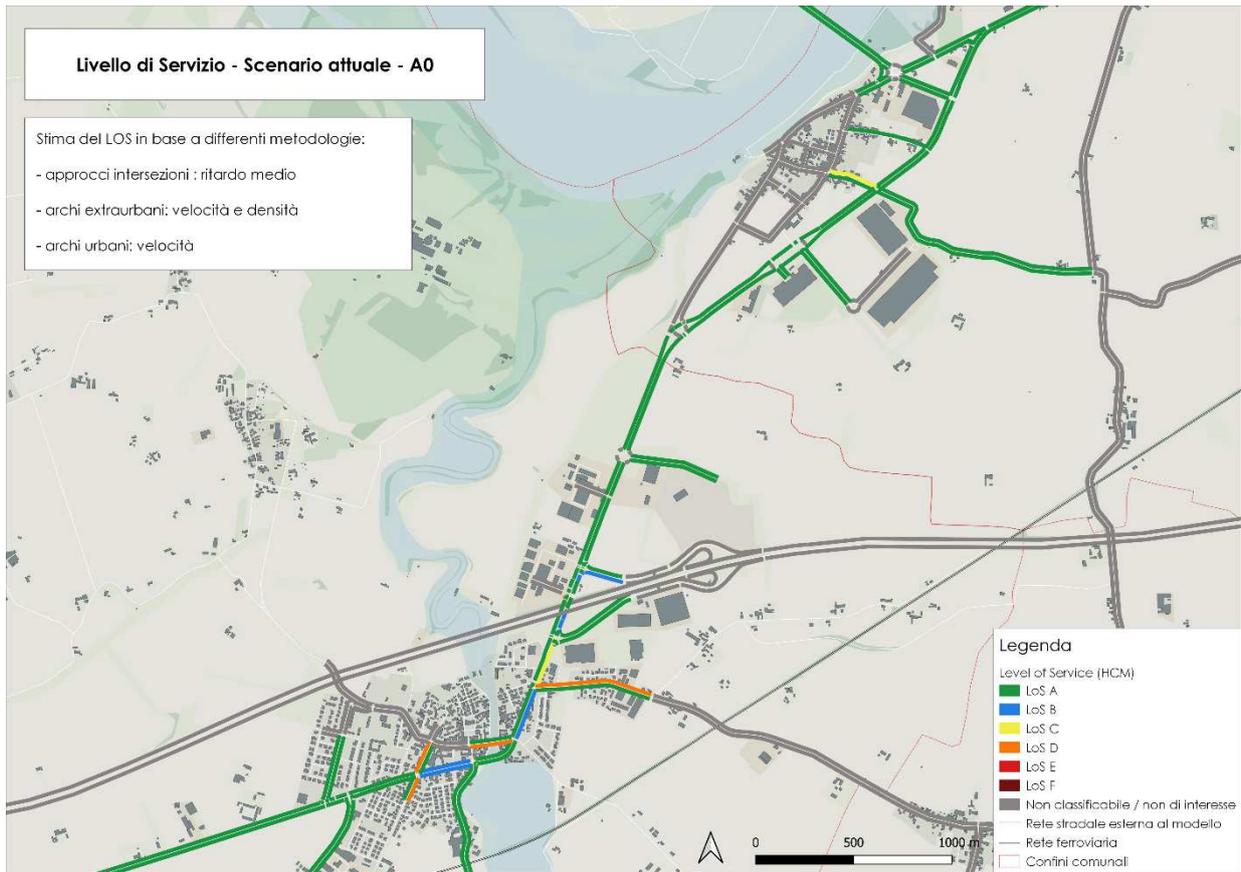


Figura 29 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario Attuale A0

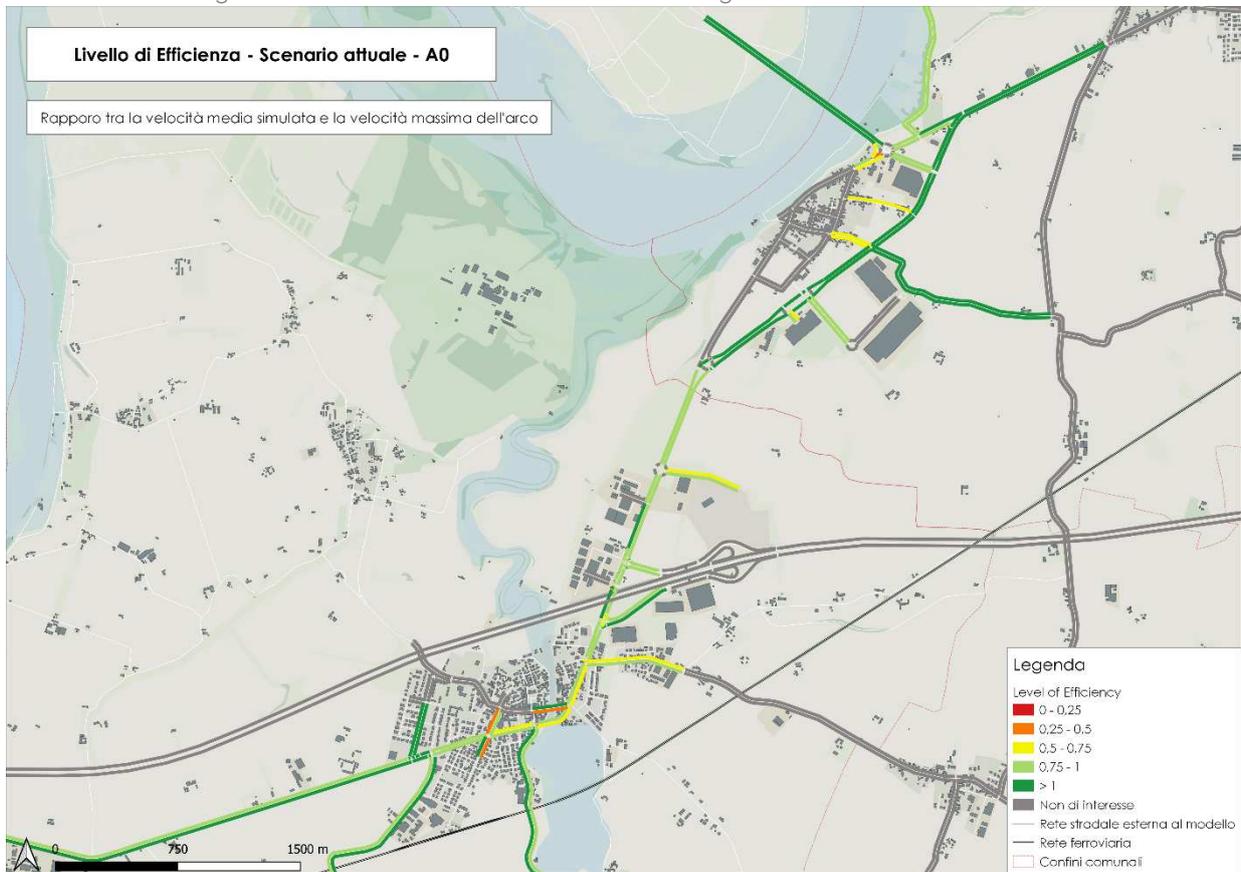


Figura 30 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario Attuale A0

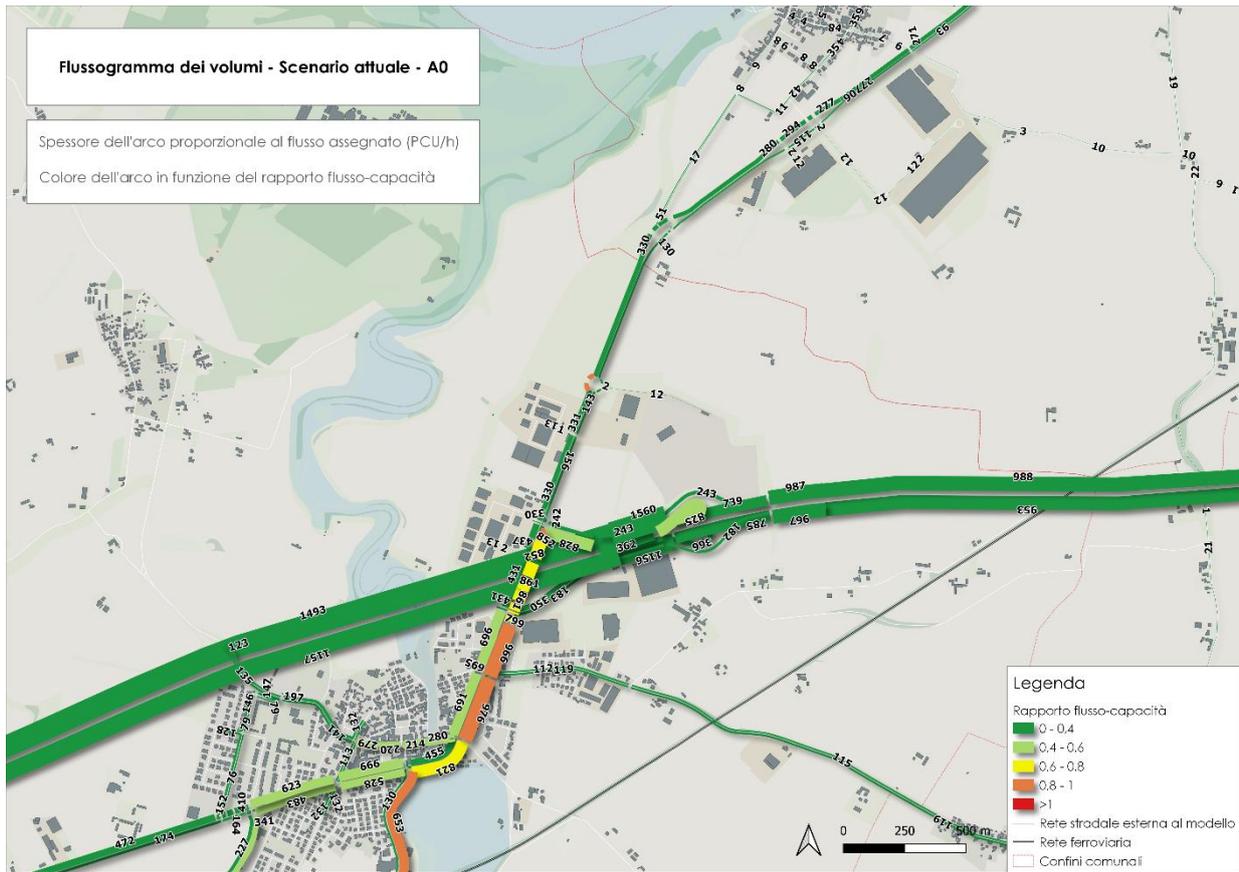


Figura 31 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario Attuale A0

7. SCENARIO DELLO STATO DI RIFERIMENTO - SCENARIO R0

7.1 Input dello scenario

Lo scenario dello stato di fatto di progetto prende in considerazione la seguente configurazione dei parametri di input:

- Domanda simulata: traffico attuale + traffico indotto dei Comparti che sono in via di realizzazione/attuazione;
- Sistema di offerta infrastrutturale: rete attuale + realizzazione delle due rotatorie, denominate AR4 e D6, presso il casello dell'A21 di Caorso.

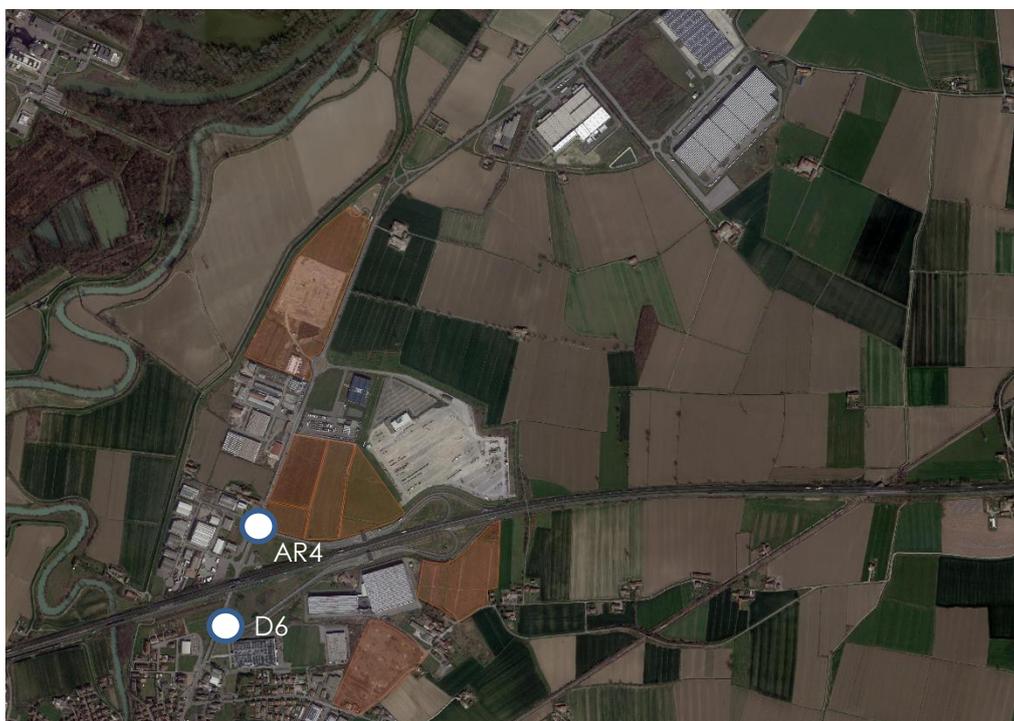


Figura 32 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario R0

7.2 Risultanze funzionali

Come per lo Scenario Attuale sono riportati i risultati della microsimulazione dinamica attraverso gli indici trasportistici precedentemente illustrati: LOS, LoE, flussogramma. Si evidenzia come permangano leggeri rallentamenti nell'area urbana di Caorso a causa della presenza di alcune intersezioni semaforiche. Le nuove rotatorie di collegamento agli svincoli autostradali migliorano il deflusso lungo la strada provinciale SP10R. Il traffico indotto dai comparti che sono in fase di attuazione/realizzazione non peggiorano le condizioni di deflusso. La sovrassaturazione degli archi della rotatoria (Figura 35) non sono indicativi di una condizione di congestione ma dipende dalla capacità teorica/nominale assegnata nel modello di simulazione, che regola l'attrattività del percorso: come precedentemente

spiegato, infatti, soprattutto per i nodi di intersezione il LOS è un indicatore più rispondente per illustrare le condizioni di deflusso, basandosi sostanzialmente sui tempi di attesa in ingresso all'intersezione stessa.

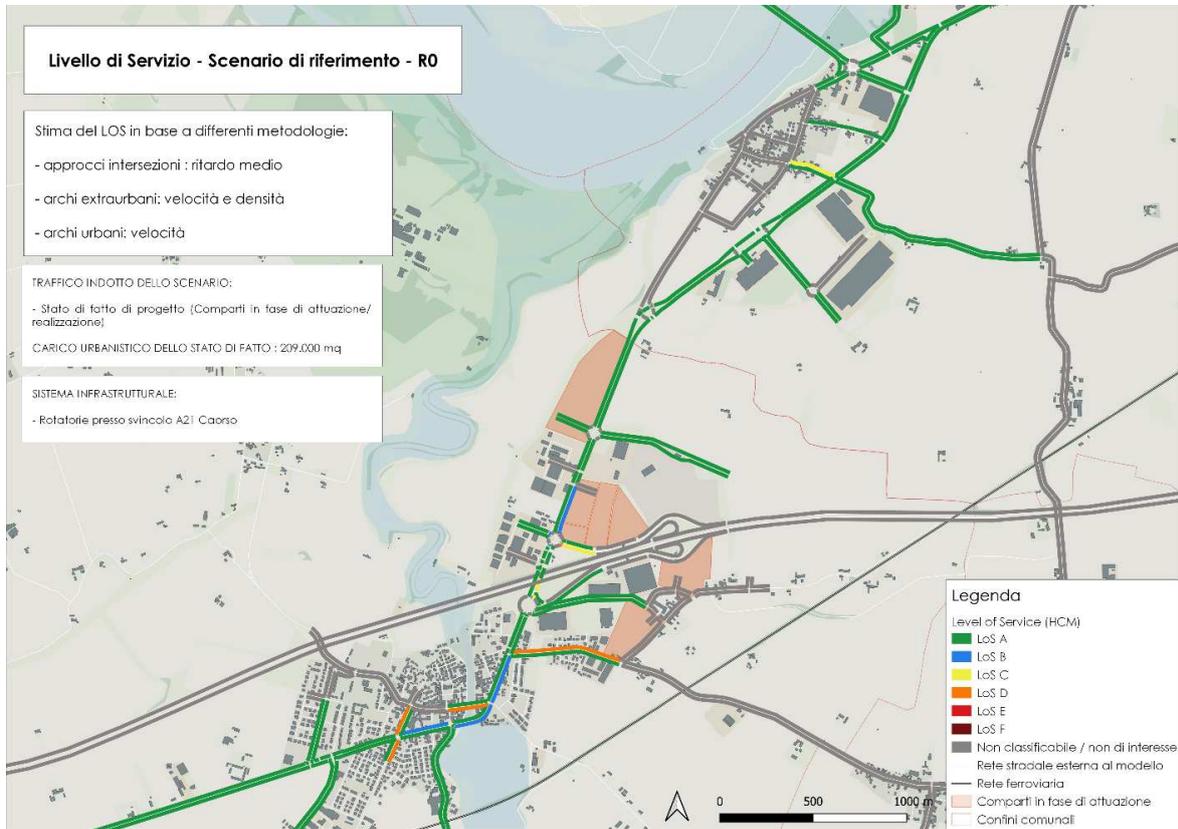


Figura 33 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di riferimento R0

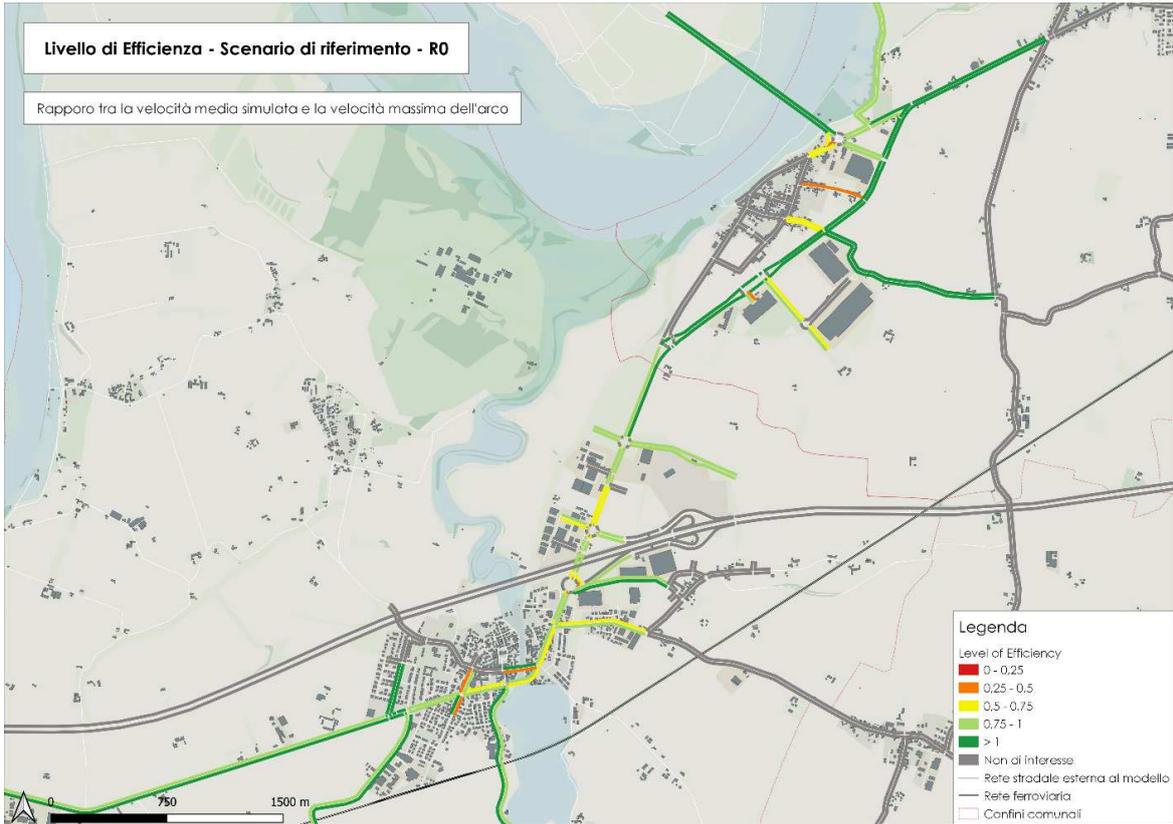


Figura 34 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di riferimento R0

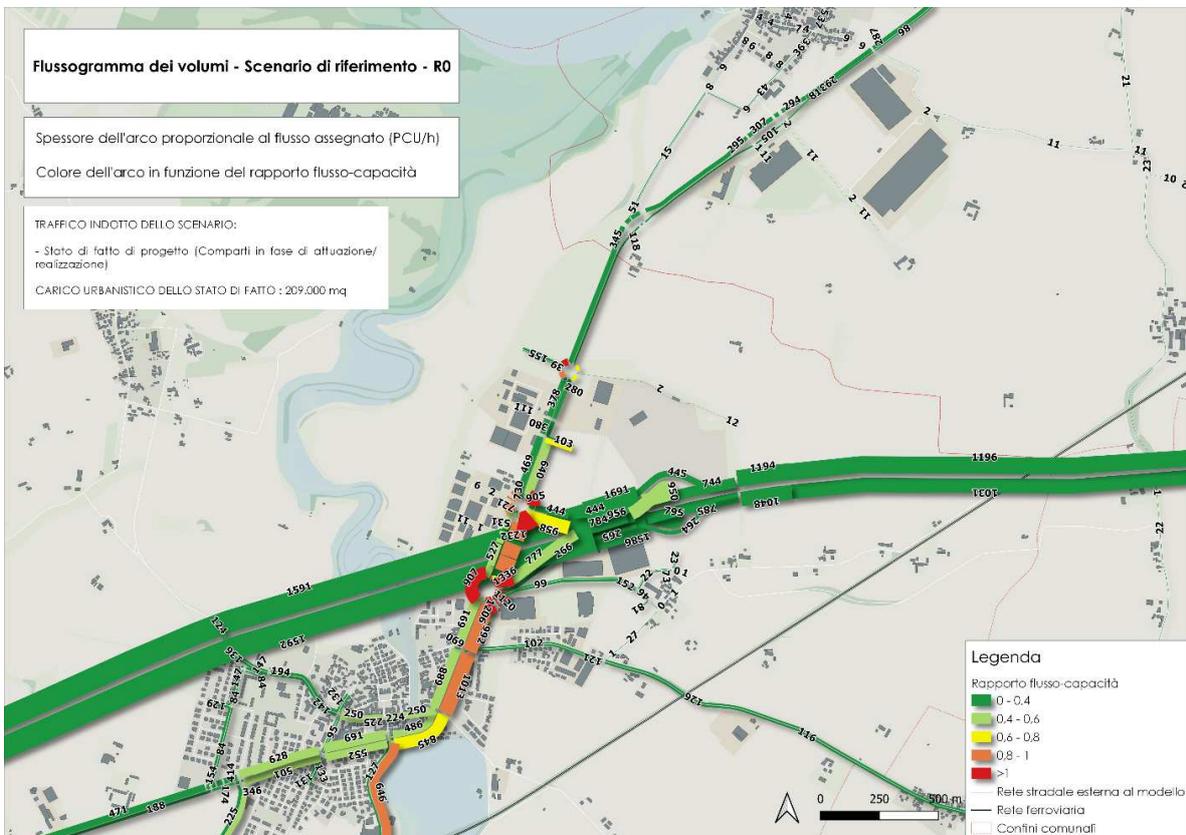


Figura 35 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario di riferimento R0

8. SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P1

8.1 Input dello scenario

Lo scenario di progetto denominato P1 prende in considerazione la seguente configurazione dei parametri di input:

- Domanda simulata: domanda dello Scenario R0 + traffico indotto dal Terminal ferroviario e dal Porto fluviale (Ipotesi di Scenario BP "Attracco fluviale");
- Sistema di offerta infrastrutturale: offerta dello Scenario R0 + raddoppio delle corsie sul tratto della SP10R tra le due rotatorie nei pressi del casello di Caorso dell'A21.



Figura 36 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario P1

8.2 Risultanze funzionali

Si riportano i risultati della microsimulazione dinamica attraverso gli indici trasportistici precedentemente illustrati: LOS, LoE, flussogrammi. In aggiunta al flussogramma dei volumi (Figura 39), in cui è possibile osservare il flusso orario assegnato ad ogni arco e il rapporto flusso-capacità, si riportano (per questo scenario e per i successivi scenari progettuali) altre due elaborazioni riguardanti i flussogrammi. In Figura 40 si osserva la differenza tra i volumi assegnati nello scenario di progetto (in rosso) e quelli assegnati nello scenario di riferimento (in grigio): è possibile osservare come la differenza, dovuta al traffico indotto del solo Terminal ferroviario e del Porto fluviale, sia minima e pianamente compatibile con la viabilità compresa tra la rotatoria Ritchie Bros e l'autostrada. In Figura 41 il flussogramma mostra evidenziati in blu i flussi

veicolari del traffico indotto dagli insediamenti urbanistici futuri, sia di progetto che non, confrontati con i flussi totali simulati nello scenario (in grigio). È possibile osservare come il traffico generato e attratto dalle attività logistiche e produttive dell'area utilizzino principalmente le direttrici autostradali senza influenzare la viabilità urbana di Caorso.

Analizzando i Livelli di Servizio e i Livelli di Efficienza, si riscontrano ancora dei leggeri rallentamenti nell'area urbana di Caorso a causa della presenza di alcune intersezioni semaforiche (in continuità con gli scenari precedenti).

Le nuove rotonde di collegamento all'A21 presentano anche in questo scenario dei buoni indici trasportistici: il traffico indotto dal Terminal ferroviario e dall'Attracco fluviale risulta essere compatibile anche con la realizzazione delle sole rotonde e del raddoppio della SP10R nel tratto intermedio.

Osservando l'incremento dei flussi dello scenario di progetto P1 rispetto allo scenario di riferimento R0 (in Figura 40), è possibile ipotizzare che il traffico indotto dal terminal ferroviario e dal porto fluviale possa essere compatibile anche senza il raddoppio della SP10R tra le due rotonde.

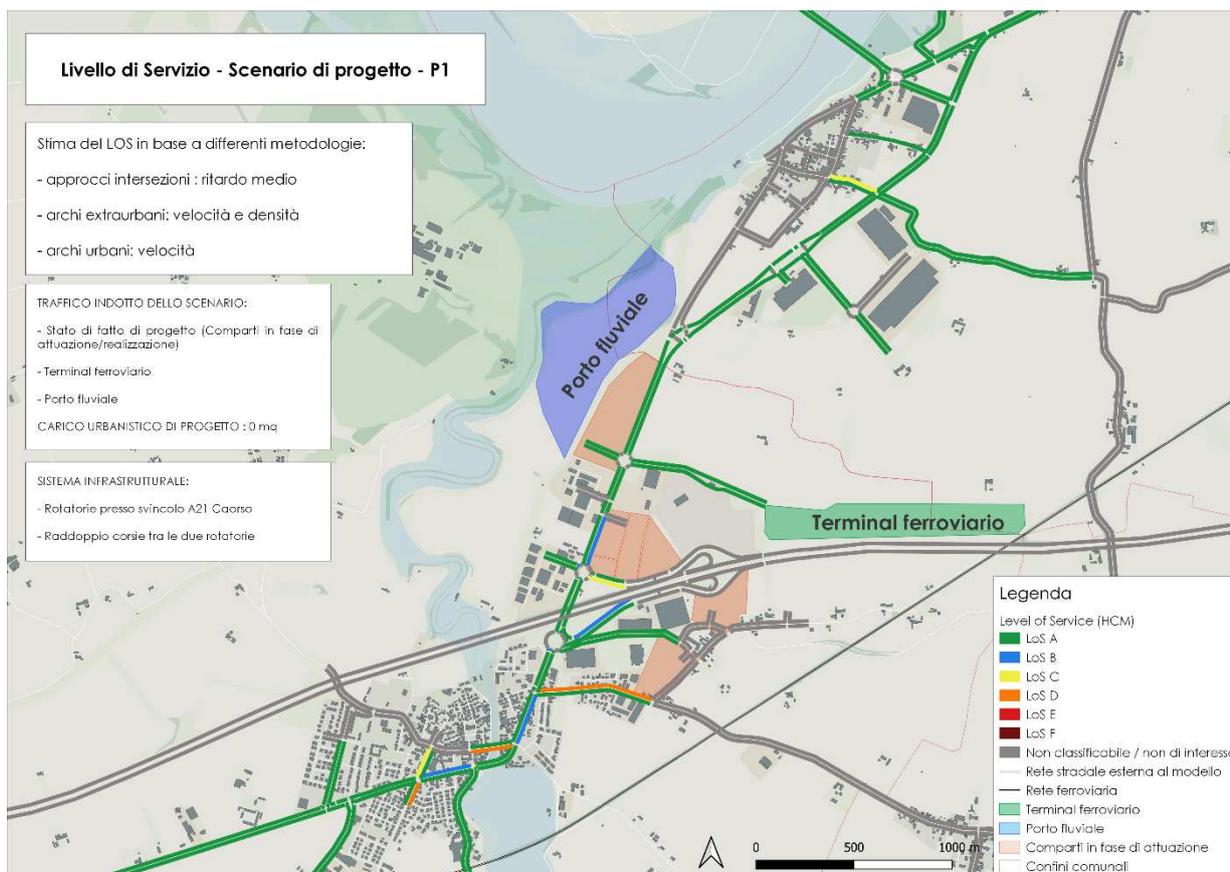


Figura 37 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P1

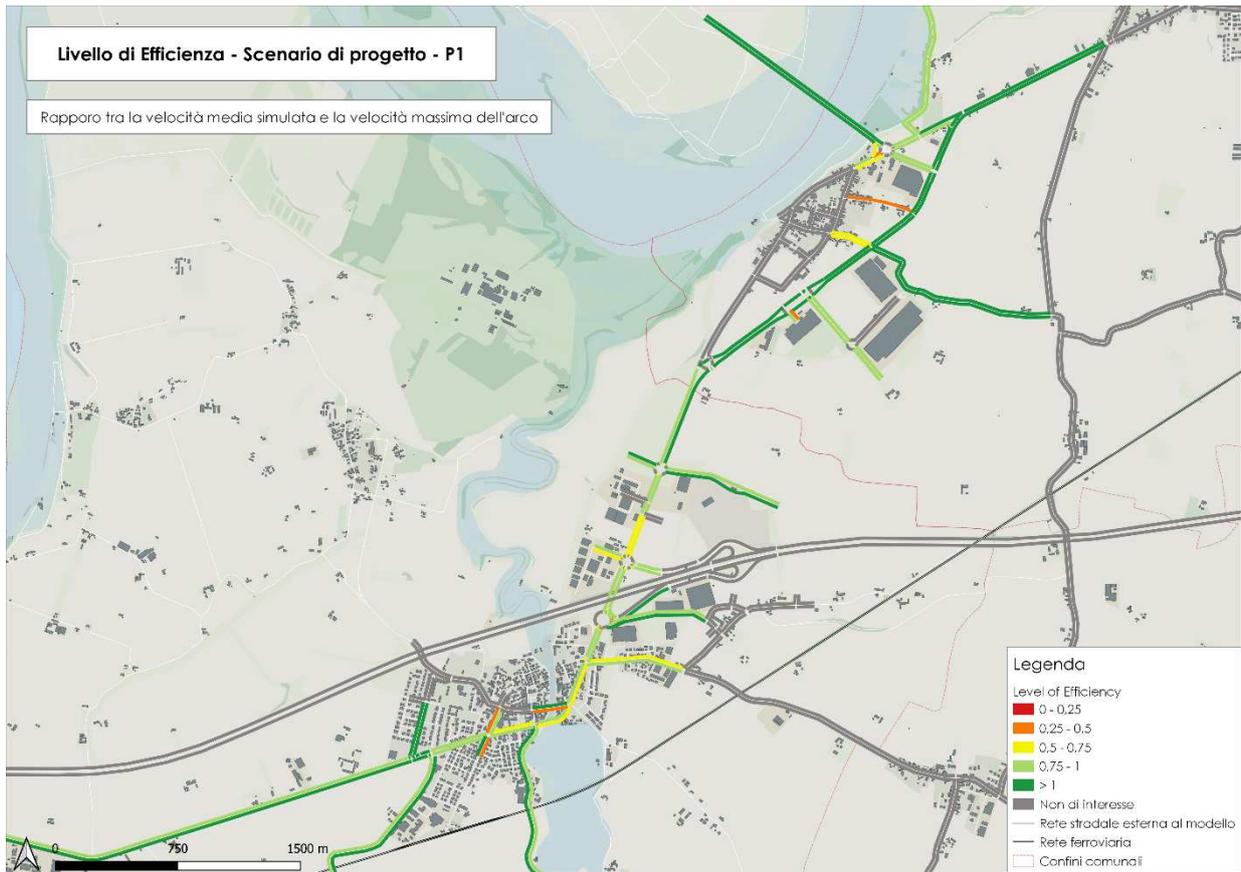


Figura 38 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P1

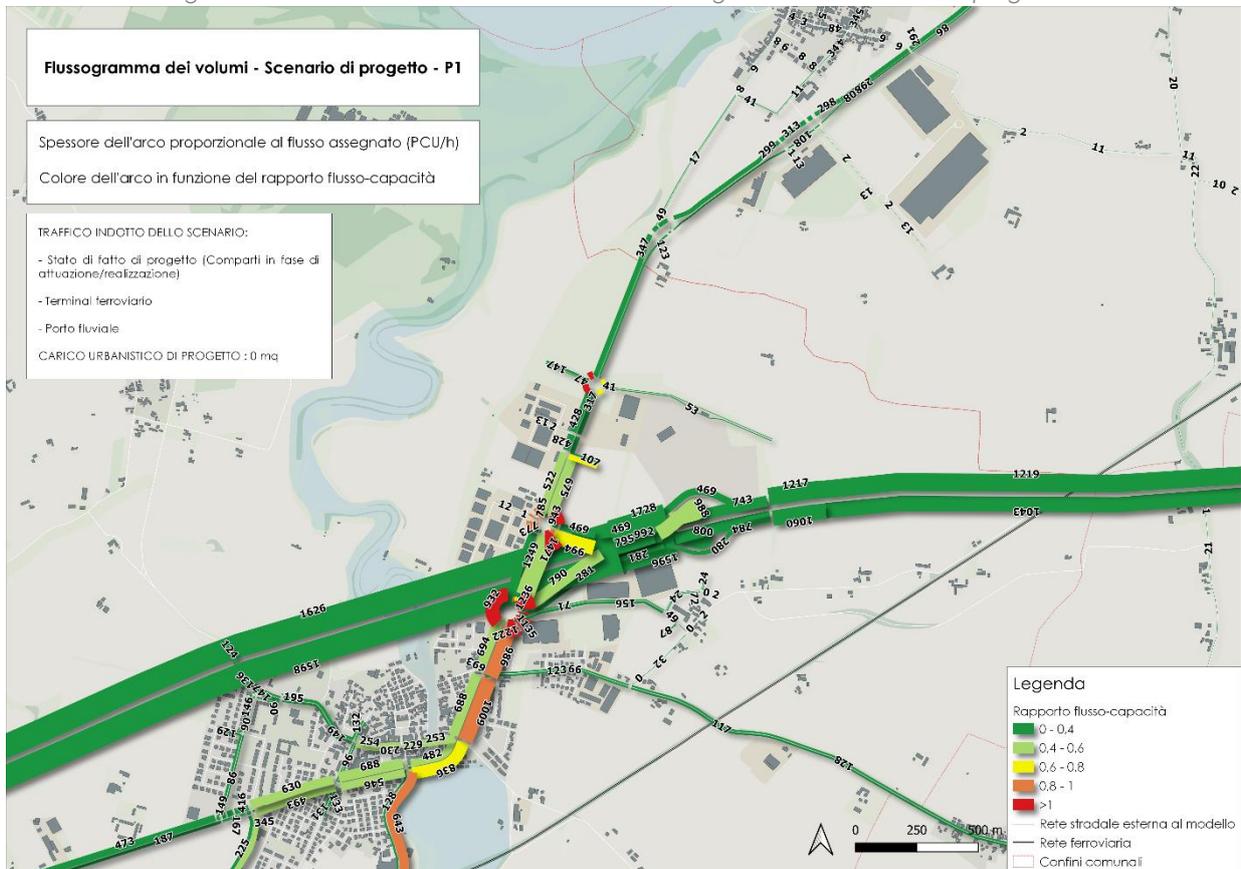


Figura 39 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario di progetto P1

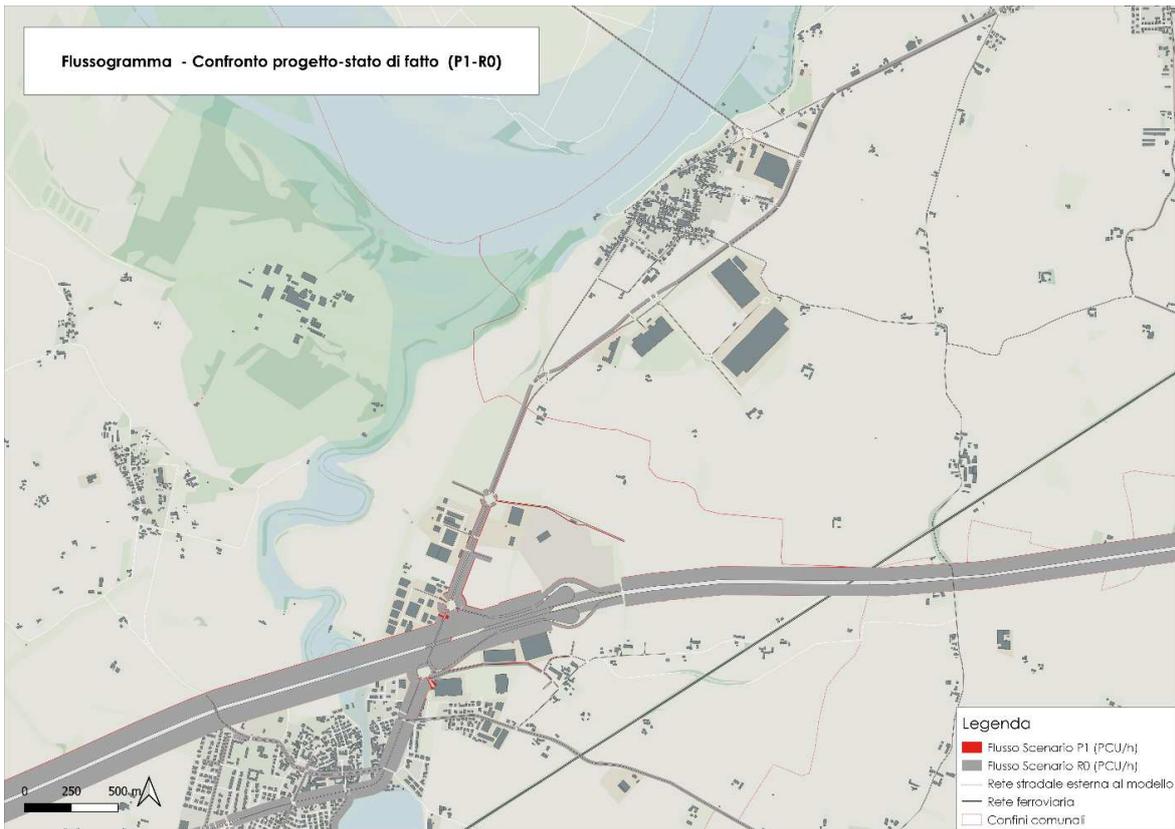


Figura 40 – Flussogramma confronto tra i volumi dello Scenario di progetto P1 e quelli dello Scenario di riferimento R0

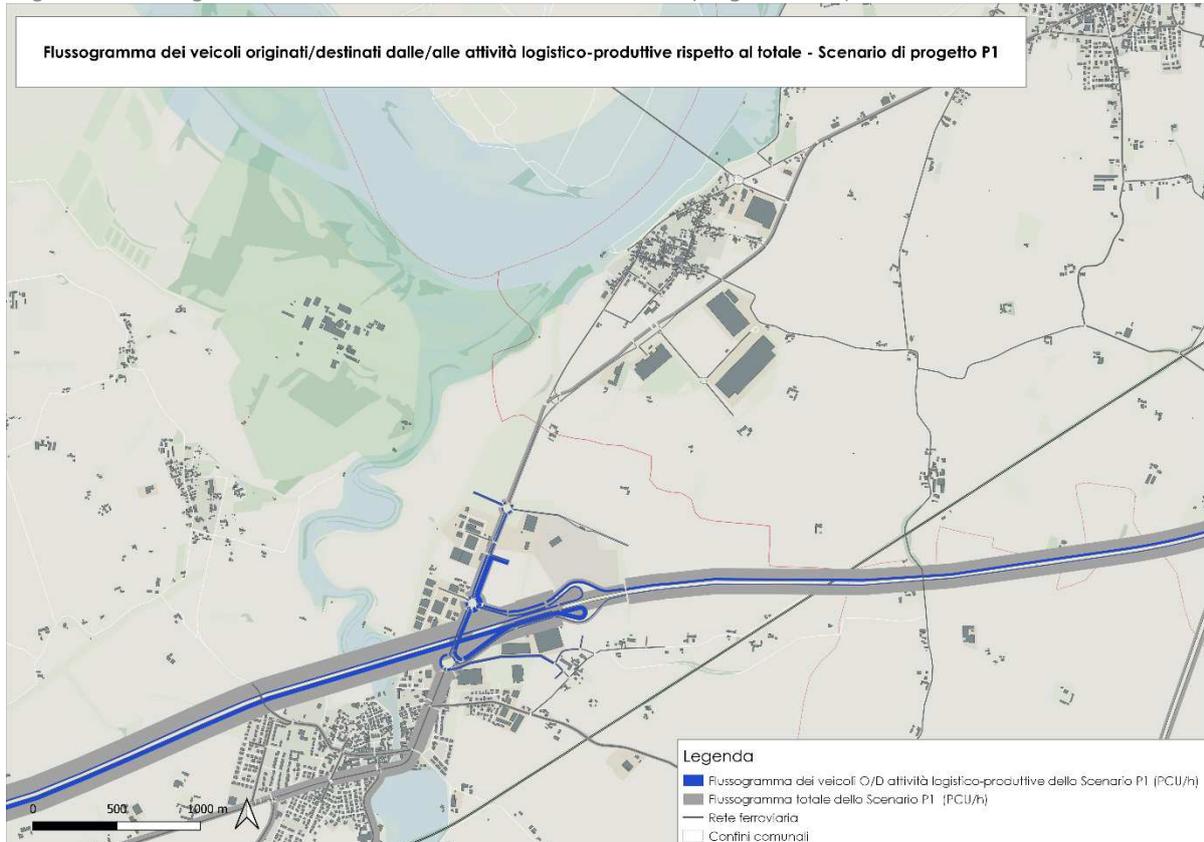


Figura 41 – Flussogramma dei volumi indotti dalle attività logistico-produttive rispetto al totale dello Scenario P1

9. SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P2

9.1 Input dello scenario

Lo scenario di progetto denominato P2 prende in considerazione la seguente configurazione dei parametri di input:

- Domanda simulata: domanda P1+ traffico indotto dei Comparto 3 Monticelli e 5 Monticelli Ovest;
- Sistema di offerta infrastrutturale: offerta dello scenario P1 + raddoppio corsie sul tratto della SP10R tra la rotatoria presso il casello nord dell' A21 di Caorso e la rotatoria ovale a Nord.

Attualmente questo scenario risulta il più probabile.

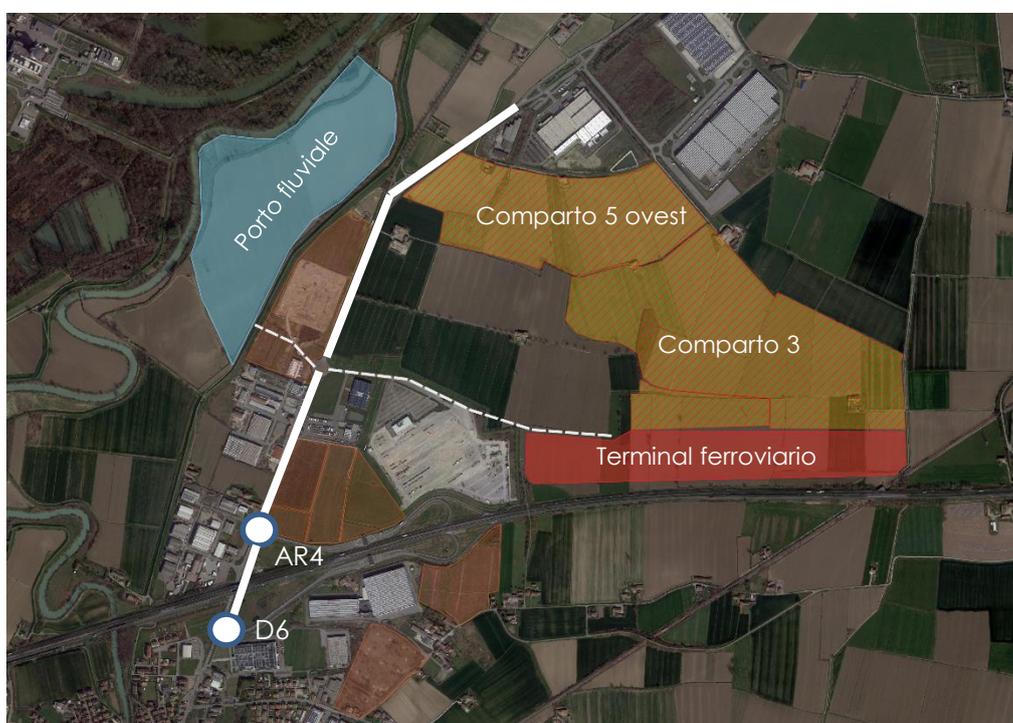


Figura 42 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario P2

9.2 Risultanze funzionali

Rispetto allo stato attuale e ai precedenti scenari permangono leggere congestioni nei tratti urbani di Caorso legati al traffico urbano. Il traffico indotto di progetto invece non influenza l'ambito urbano andando a utilizzare il tratto di viabilità della SP10R tra lo svincolo autostradale sud e l'ingresso del polo logistico presso la grande rotatoria ovale a nord. Gli indici trasportistici riportati nelle successive immagini, mostrano come il carico urbanistico aggiuntivo sia compatibile con l'assetto infrastrutturale dello scenario.

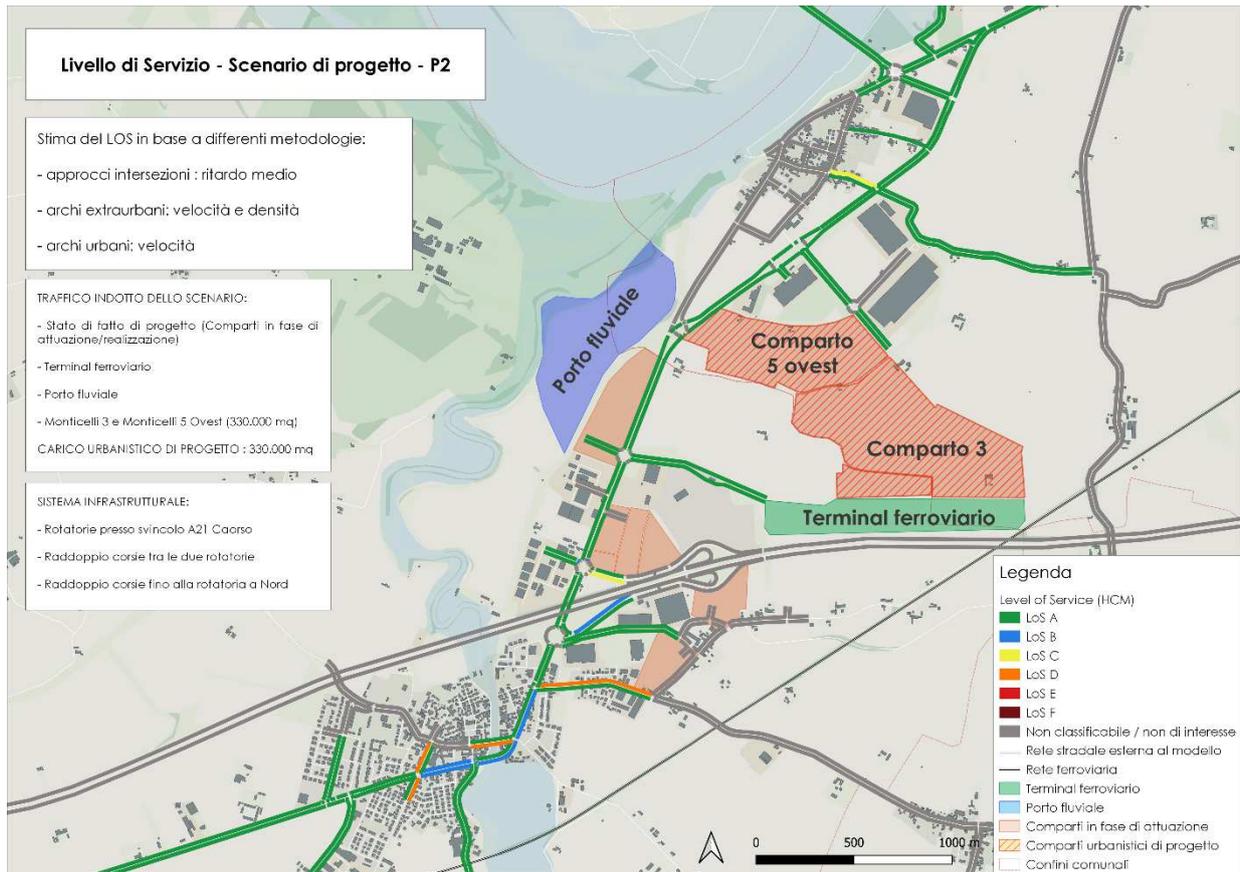


Figura 43 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P2

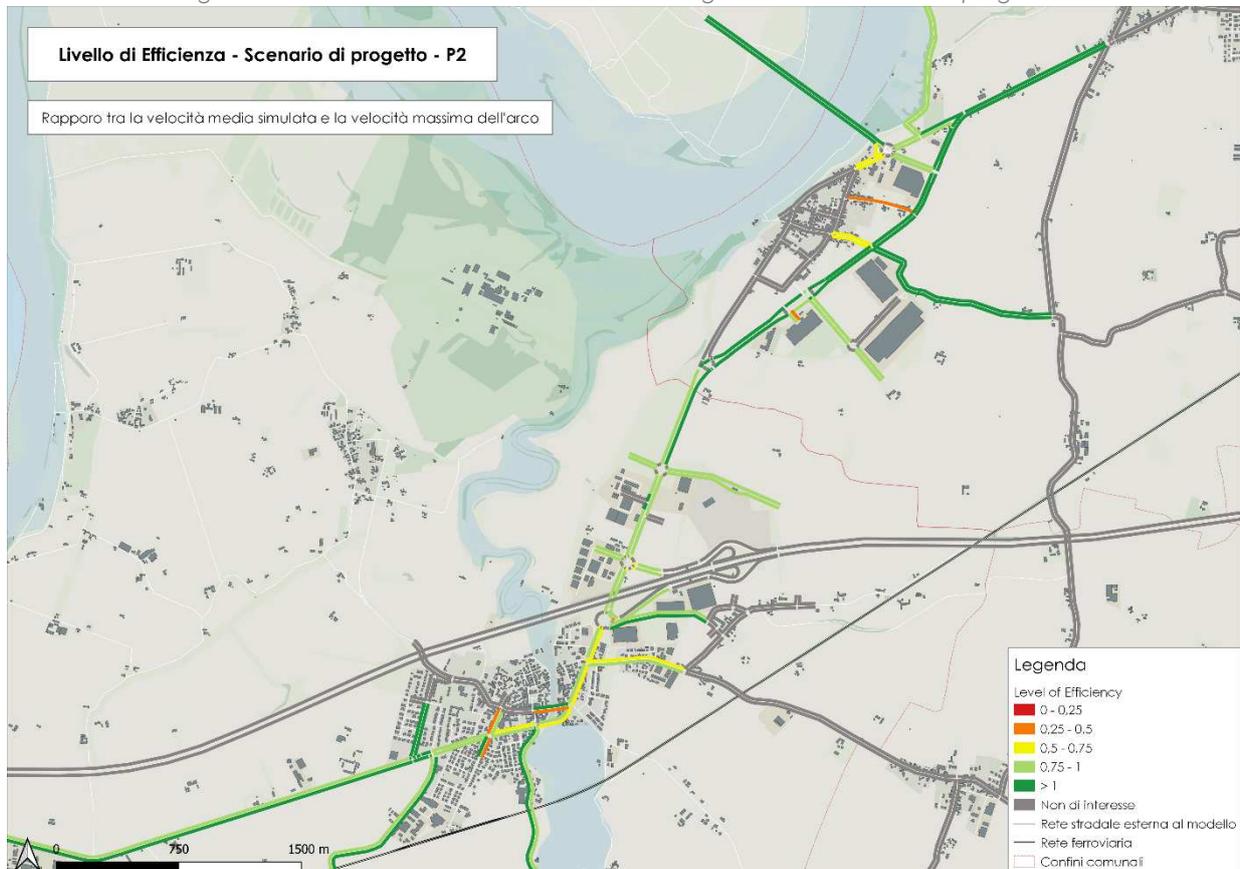


Figura 44 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P2

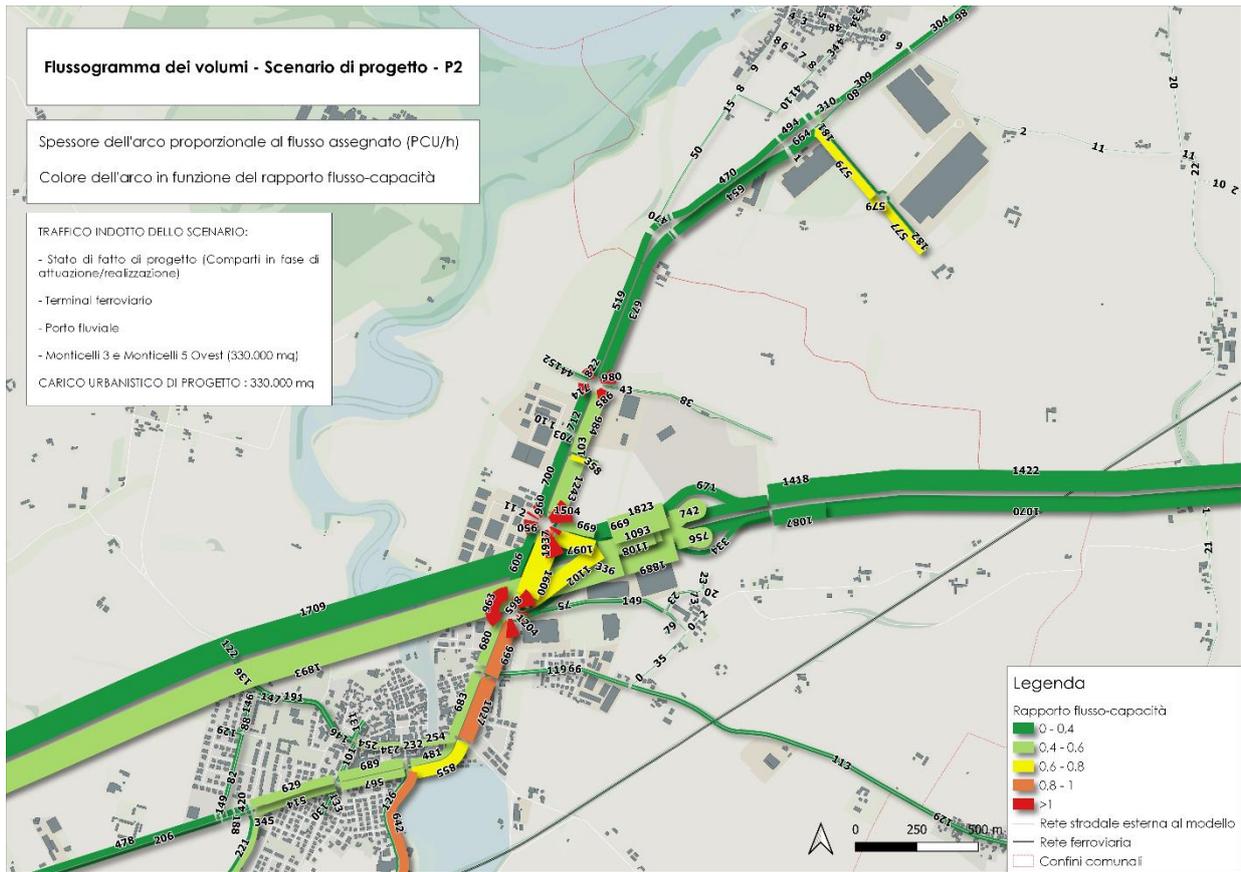


Figura 45 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario di progetto P2

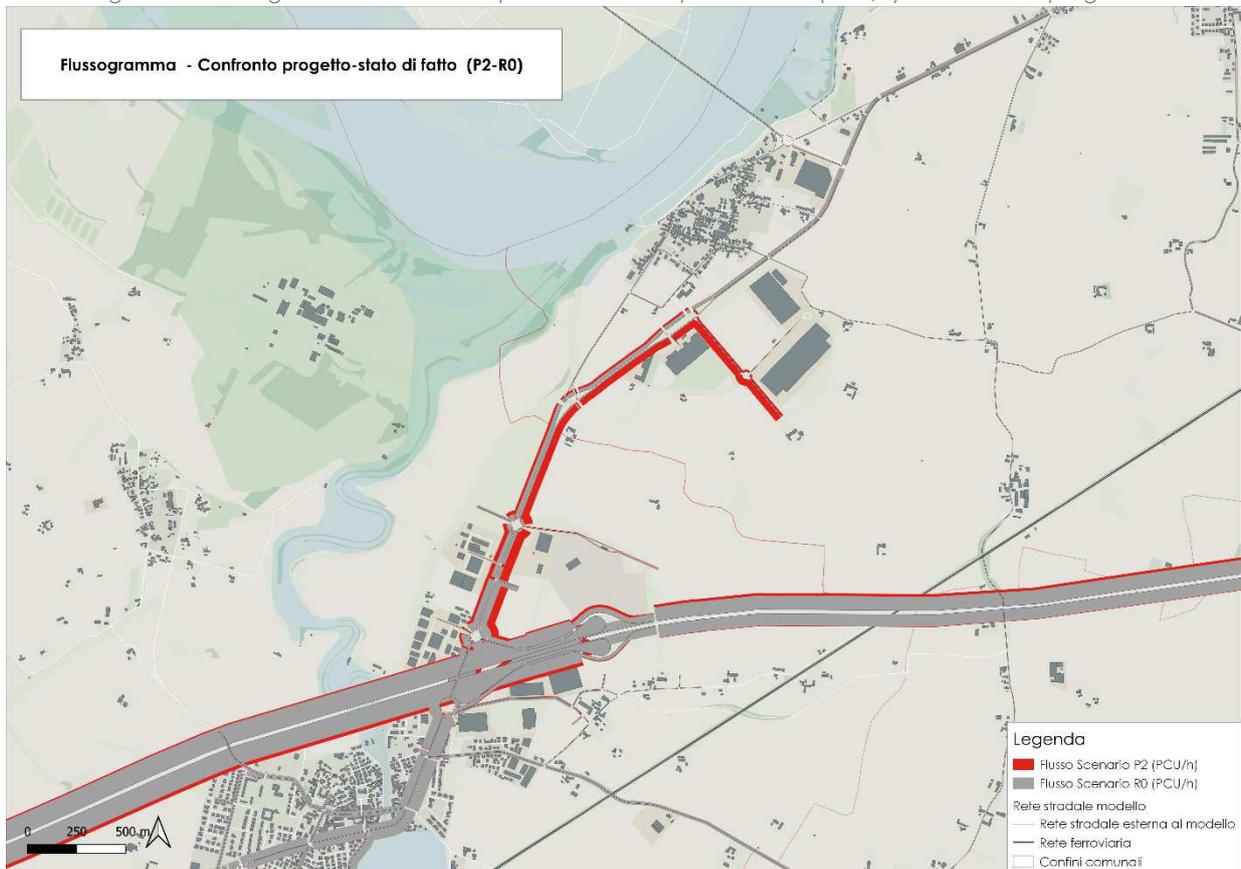


Figura 46 – Flussogramma confronto tra i volumi dello Scenario di progetto P2 e quelli dello Scenario di riferimento R0

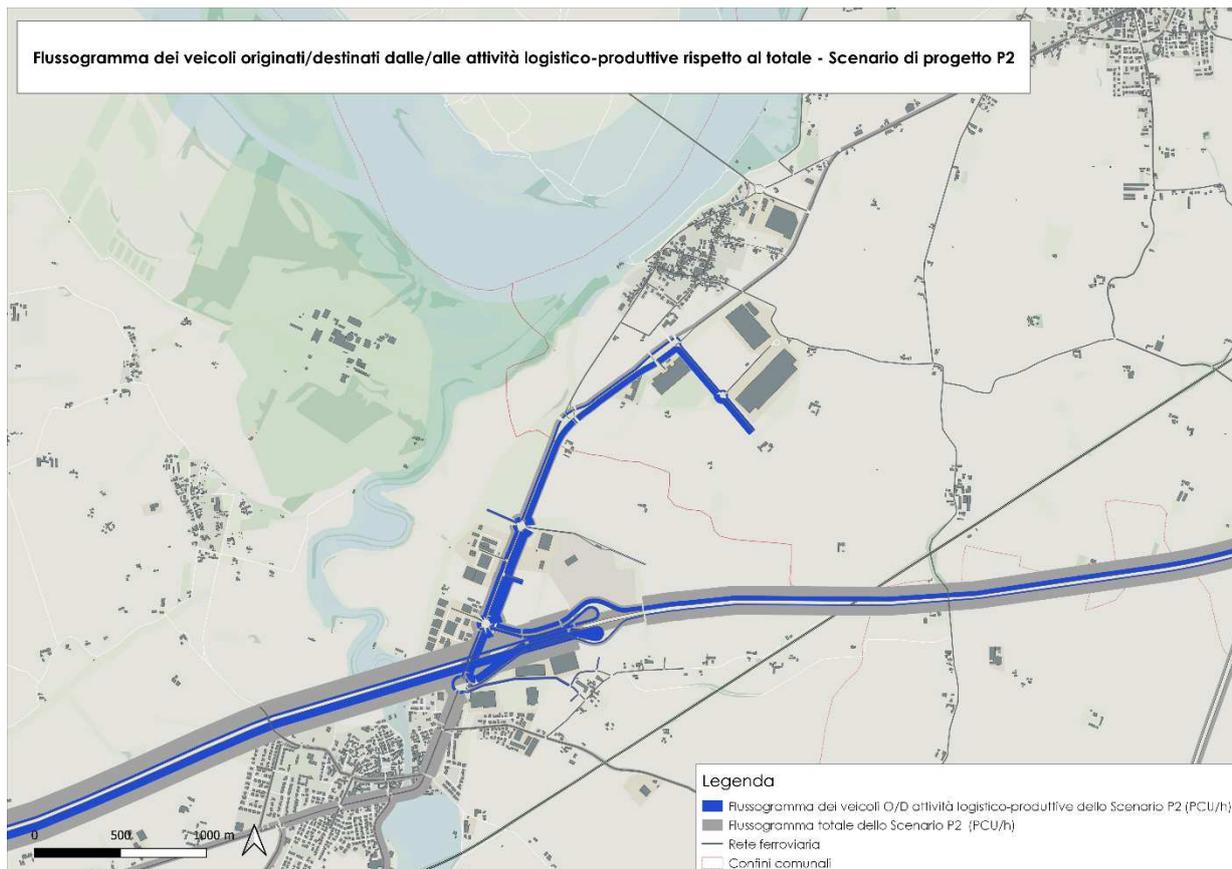


Figura 47 – Flussogramma dei volumi indotti dalle attività logistico-produttive rispetto al totale dello Scenario P2

10. SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P3

10.1 Input dello scenario

Lo scenario di progetto denominato P3 prende in considerazione la seguente configurazione dei parametri di input:

- Domanda simulata: domanda dello scenario P2 + traffico indotto del Comparto 4 Caorso;
- Sistema di offerta infrastrutturale: stessa offerta dello scenario P2.

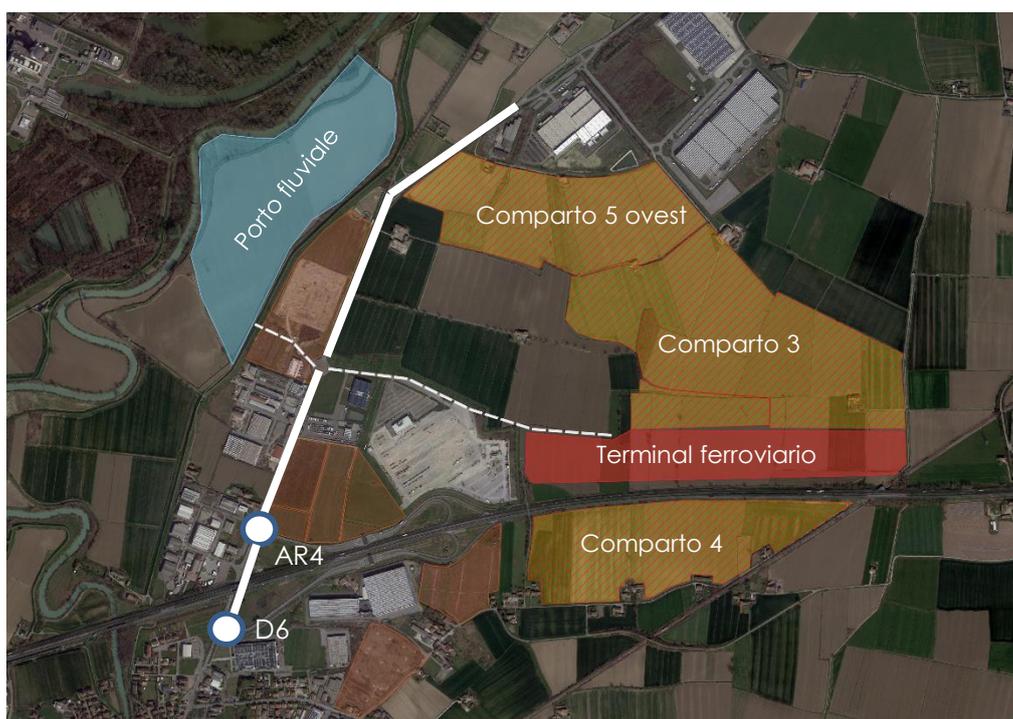


Figura 48 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario P3

10.2 Risultanze funzionali

Rispetto al precedente scenario permangono alcune evidenze come leggere congestioni nei tratti urbani di Caorso legati al traffico urbano. Il traffico indotto di progetto invece non influenza l'ambito urbano andando a utilizzare il tratto di viabilità della SP10R tra lo svincolo autostradale sud e l'ingresso del polo logistico presso la grande rotatoria ovale a nord.

Il traffico indotto dal comparto 4 caorso utilizza la rotatoria denominata D6 e la nuova viabilità prevista nell'area interna. Gli indici trasportistici riportati nelle successive immagini, mostrano come il carico urbanistico aggiuntivo sia compatibile con l'assetto infrastrutturale dello scenario.

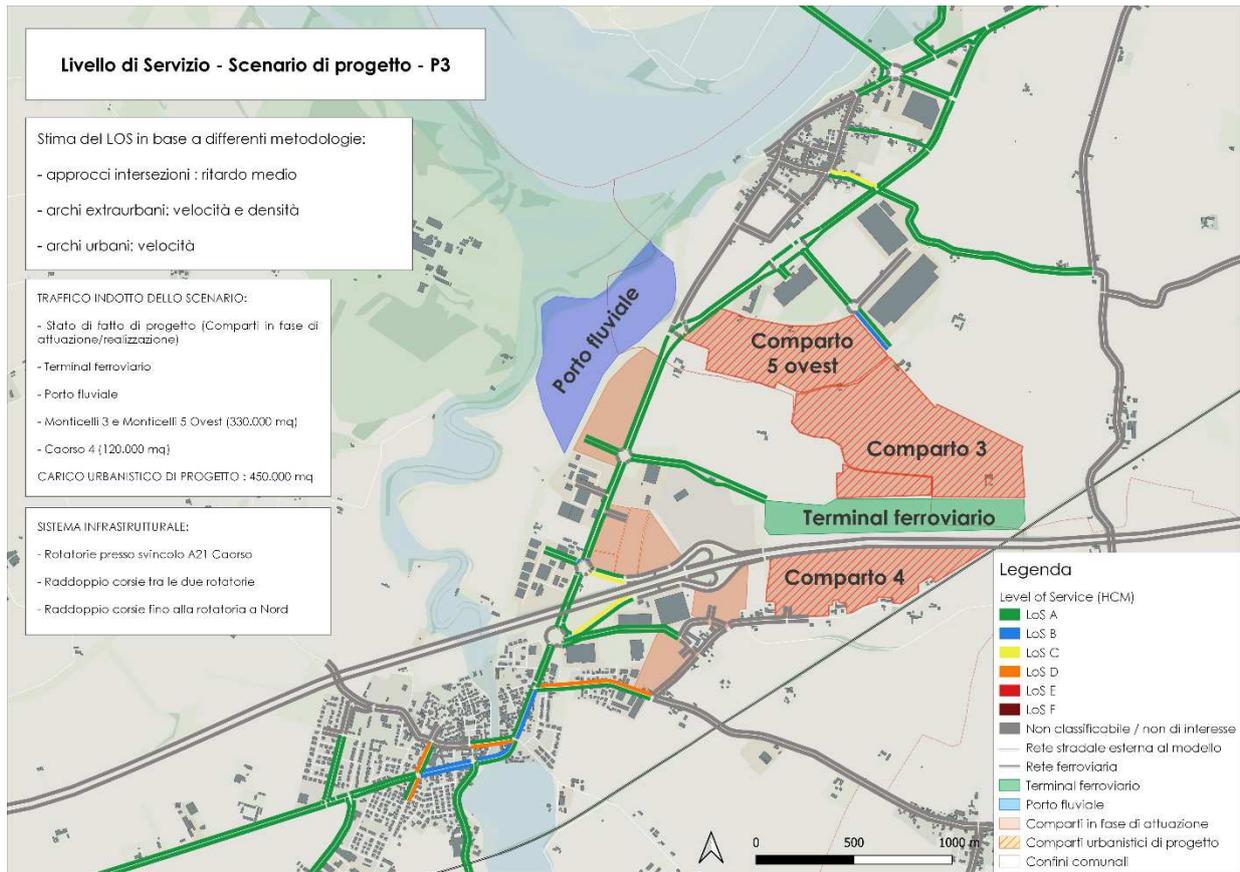


Figura 49 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P3

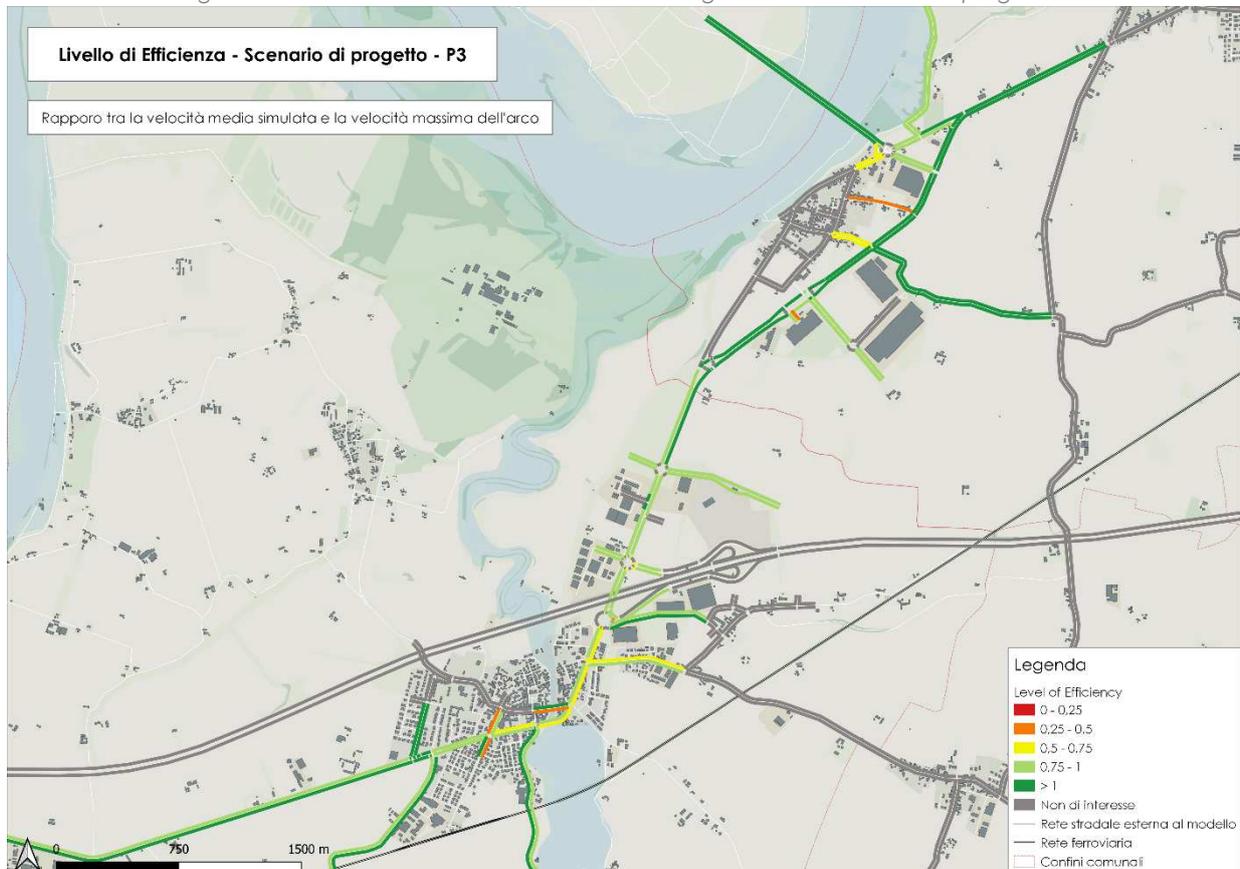


Figura 50 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P3

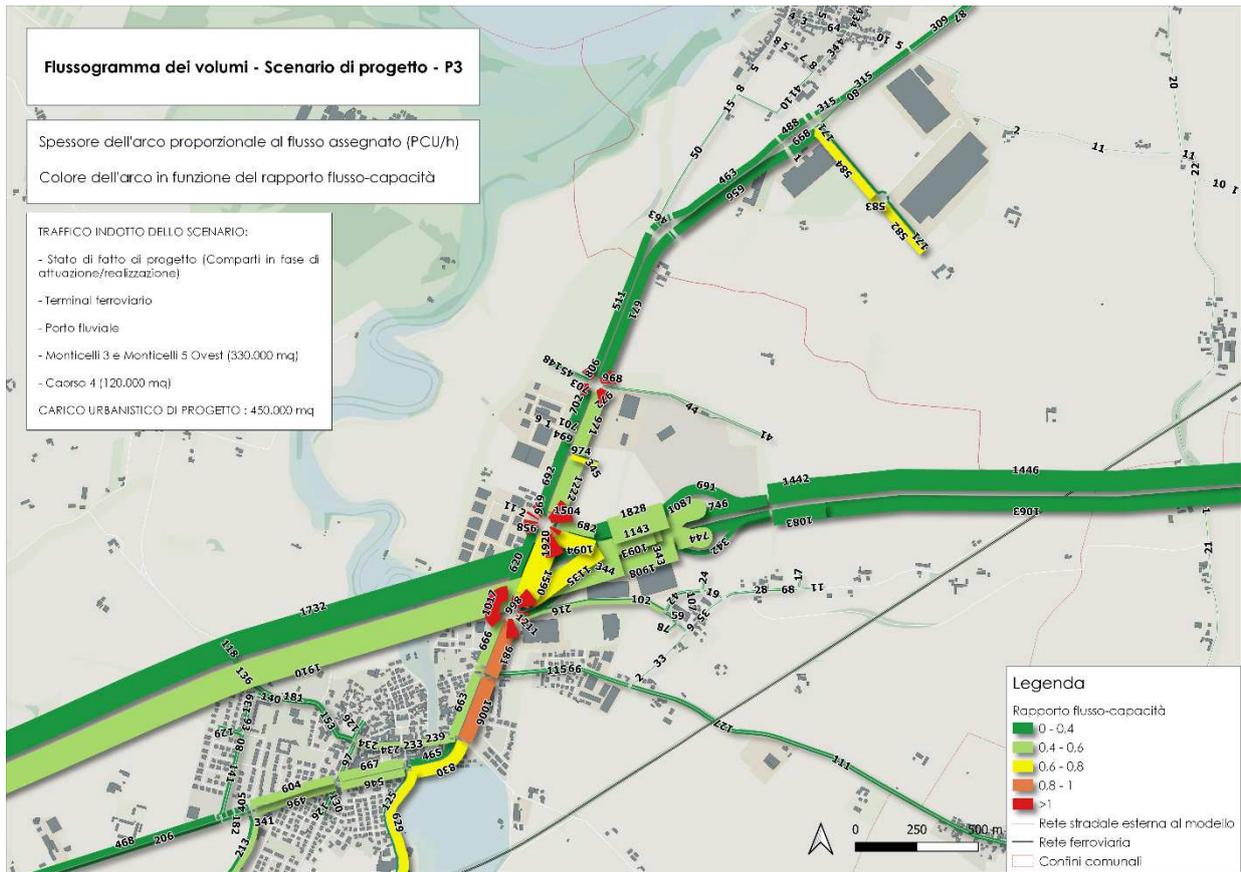


Figura 51 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario di progetto P3

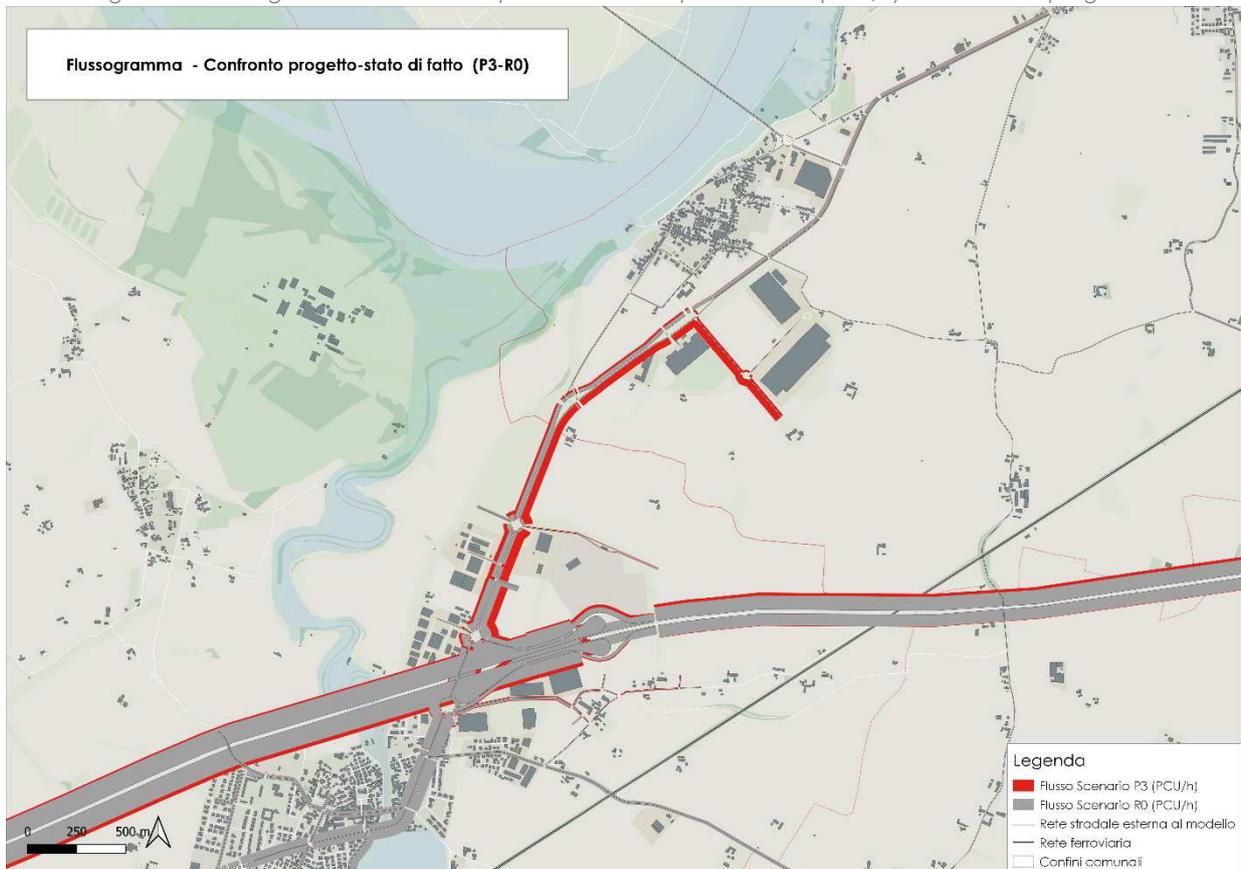


Figura 52 – Flussogramma confronto tra i volumi dello Scenario di progetto P3 e quelli dello Scenario di riferimento R0

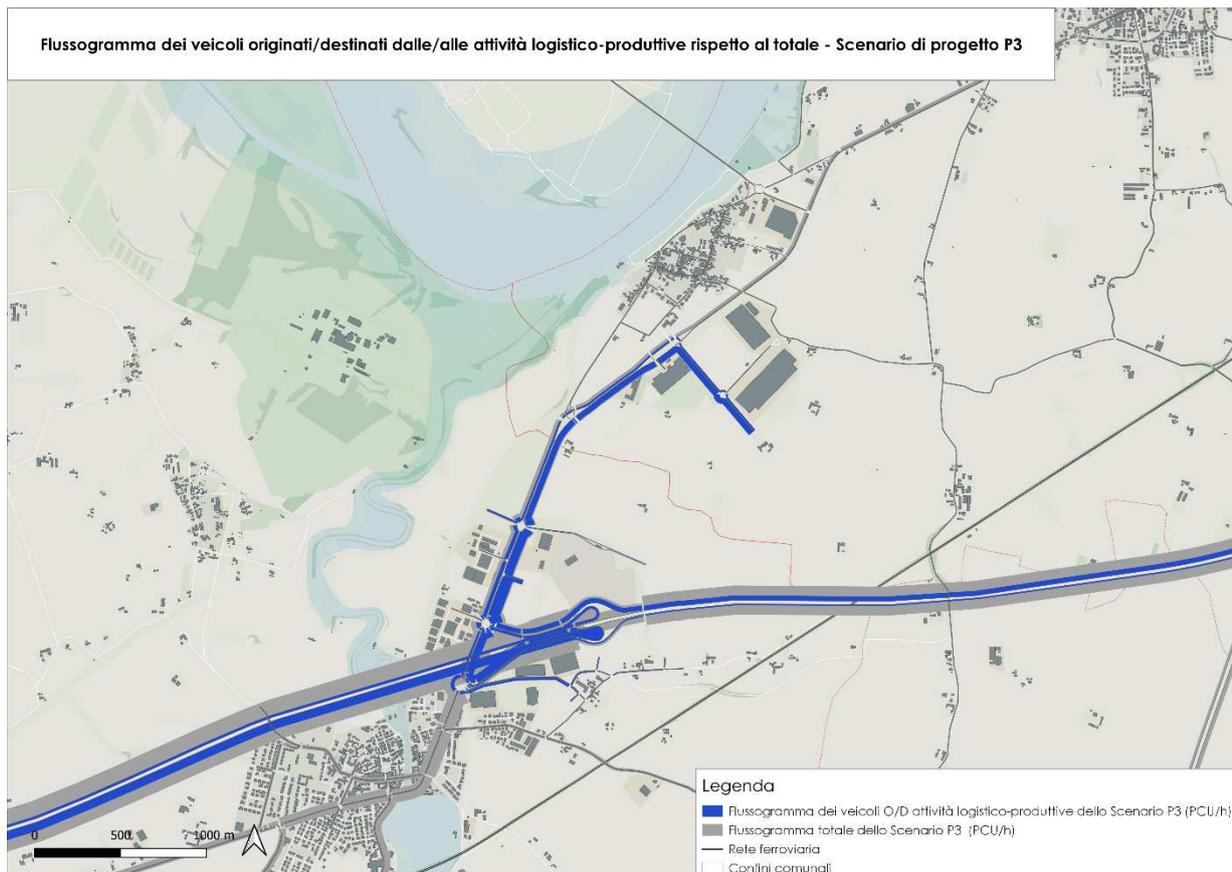


Figura 53 – Flussogramma dei volumi indotti dalle attività logistico-produttive rispetto al totale dello Scenario P1

11. SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P4

11.1 Input dello scenario

Lo scenario di progetto denominato P4 prende in considerazione la seguente configurazione dei parametri di input:

- Domanda simulata: domanda dello scenario P3 + traffico indotto del Comparto 5 Monticelli Est; In questo scenario con il completamento del polo logistico si ipotizza che il porto fluviale raggiunga la sua massima potenzialità e il traffico indotto passa dallo Scenario BP allo Scenario LP.
- Sistema di offerta infrastrutturale: stessa offerta dello scenario di progetto P2.

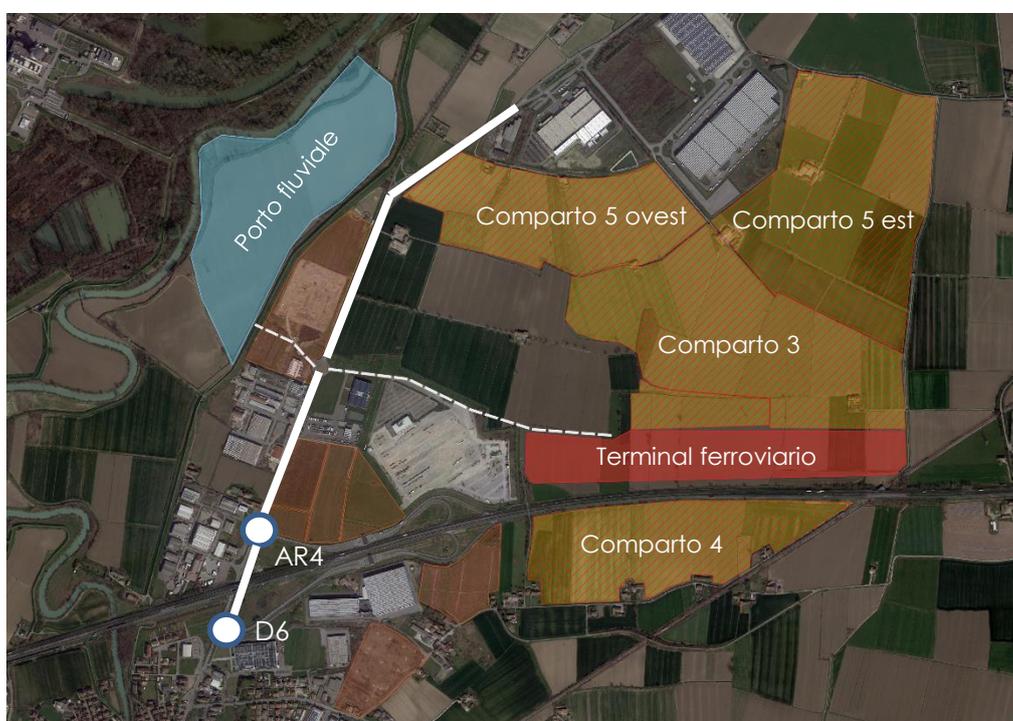


Figura 54 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario P4

11.2 Risultanze funzionali

Rispetto al precedente scenario permangono alcune evidenze come leggere congestioni nei tratti urbani di Caorso legati al traffico urbano. Il traffico indotto di progetto invece non influenza l'ambito urbano andando a utilizzare il tratto di viabilità della SP10R tra lo svincolo autostradale sud e l'ingresso del polo logistico presso la grande rotonda ovale a nord.

Con la realizzazione del comparto 5 monticelli est si nota nei vari flussogrammi riportati nelle seguenti figure come il traffico sulla provinciale a nord e in ingresso/uscita dal polo logistico si incrementi sensibilmente. Gli indici trasportistici riportati nelle successive immagini, mostrano

comunque come il carico urbanistico aggiuntivo sia compatibile con l'assetto infrastrutturale dello scenario.

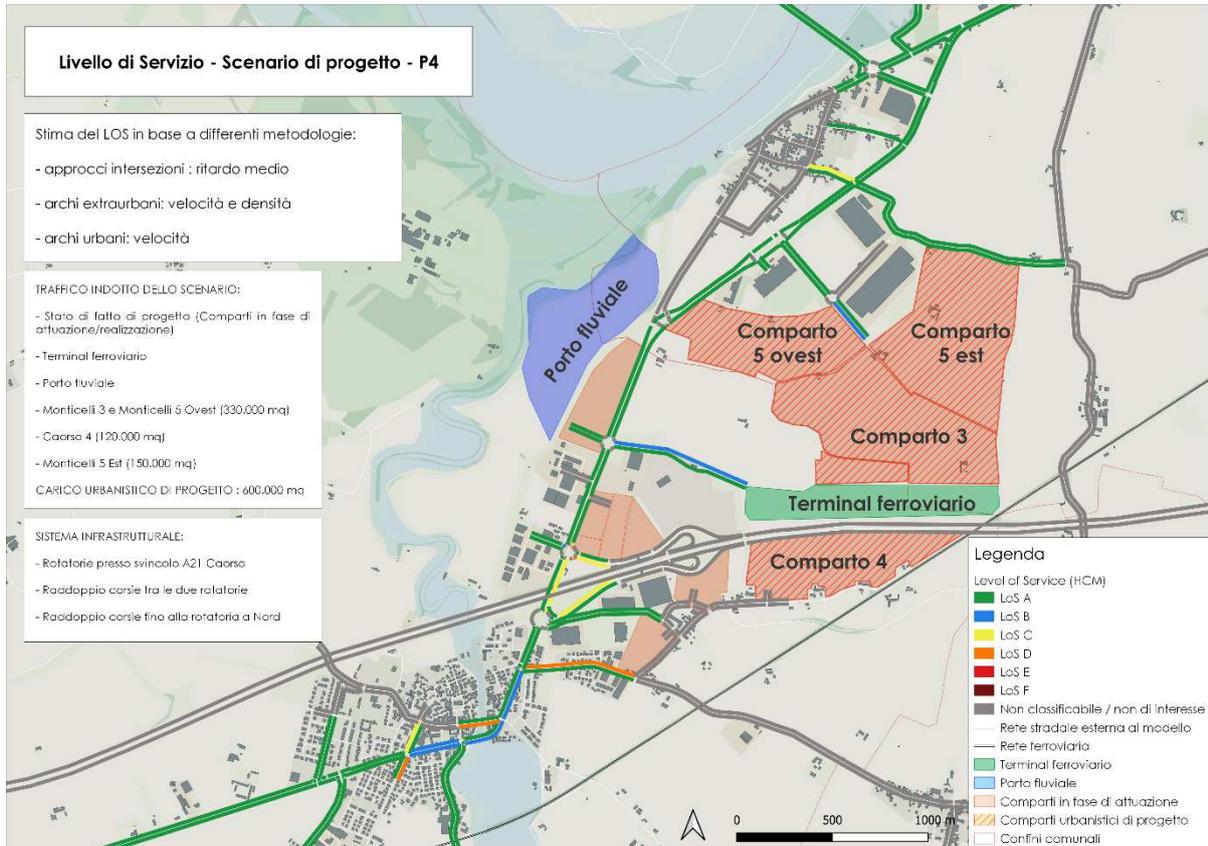


Figura 55 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P4

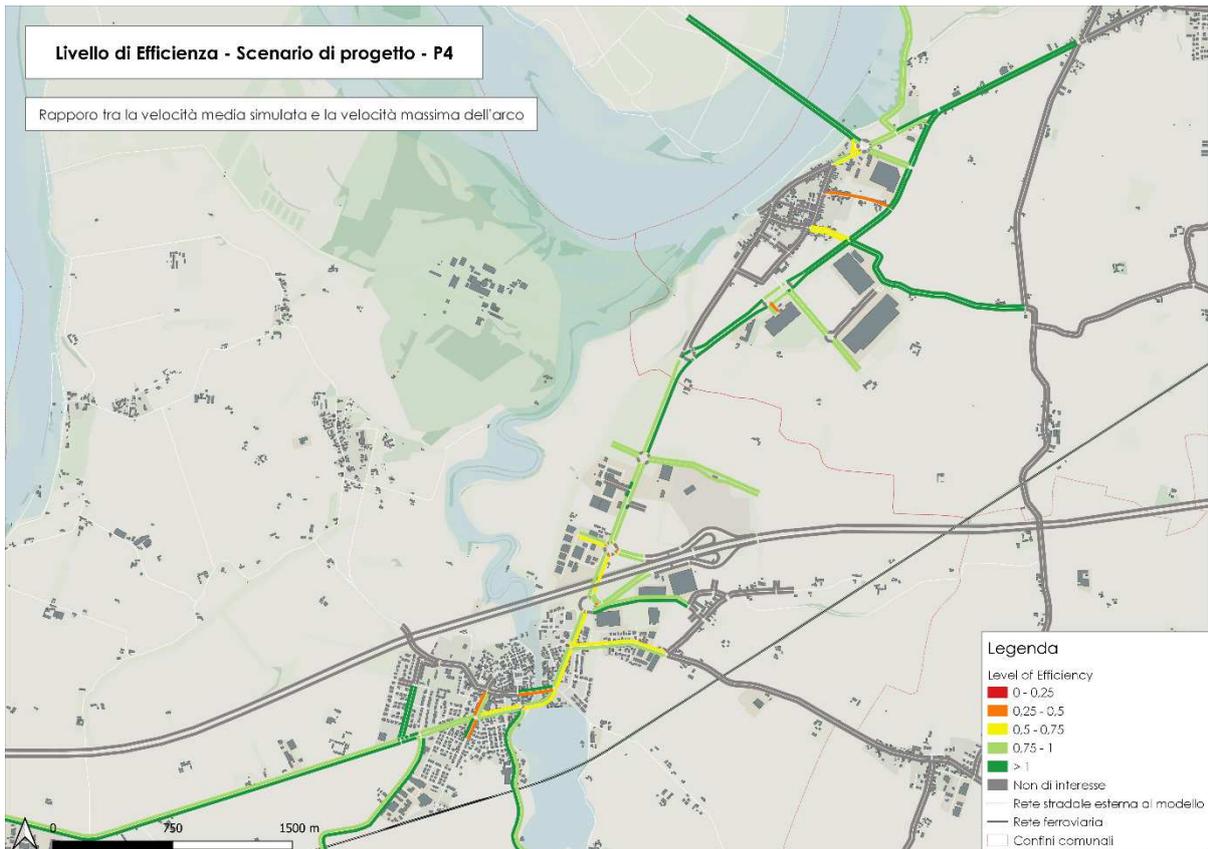


Figura 56 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P4

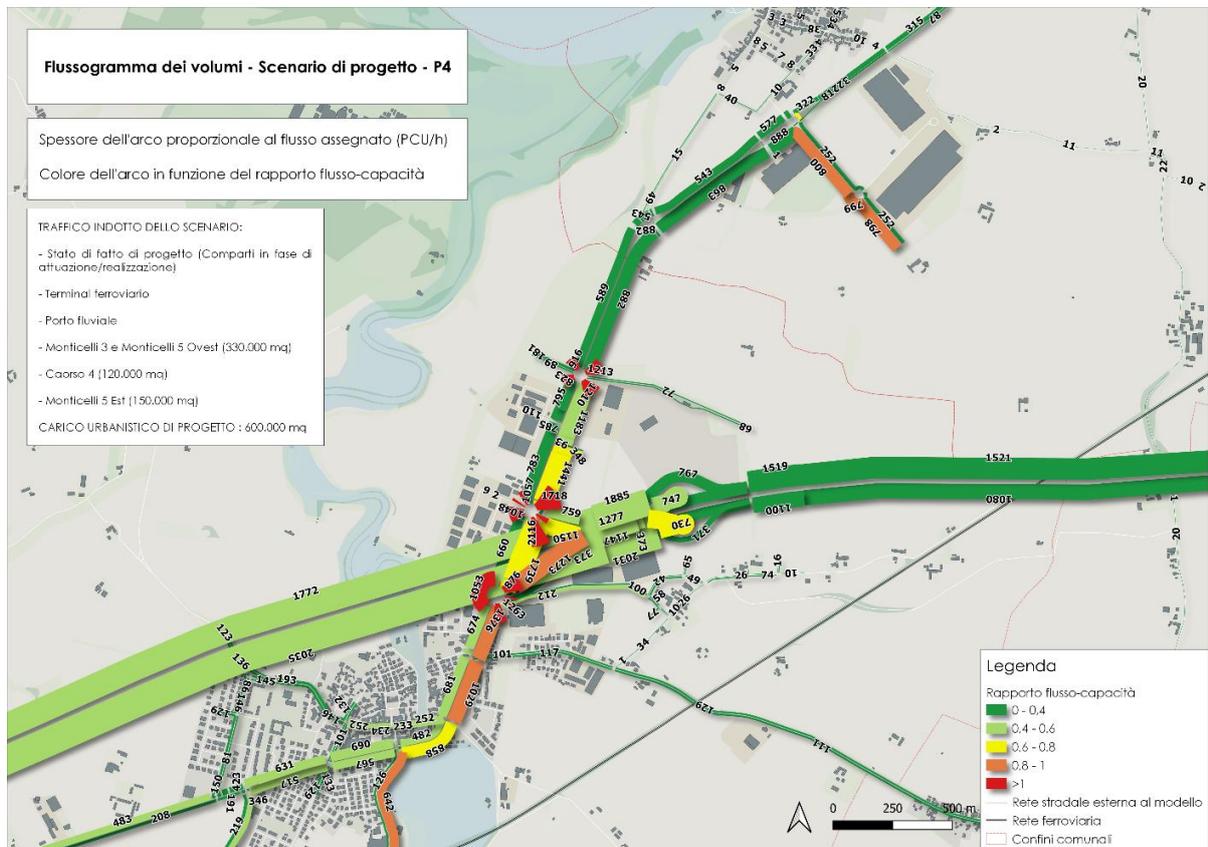


Figura 57 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario di progetto P4

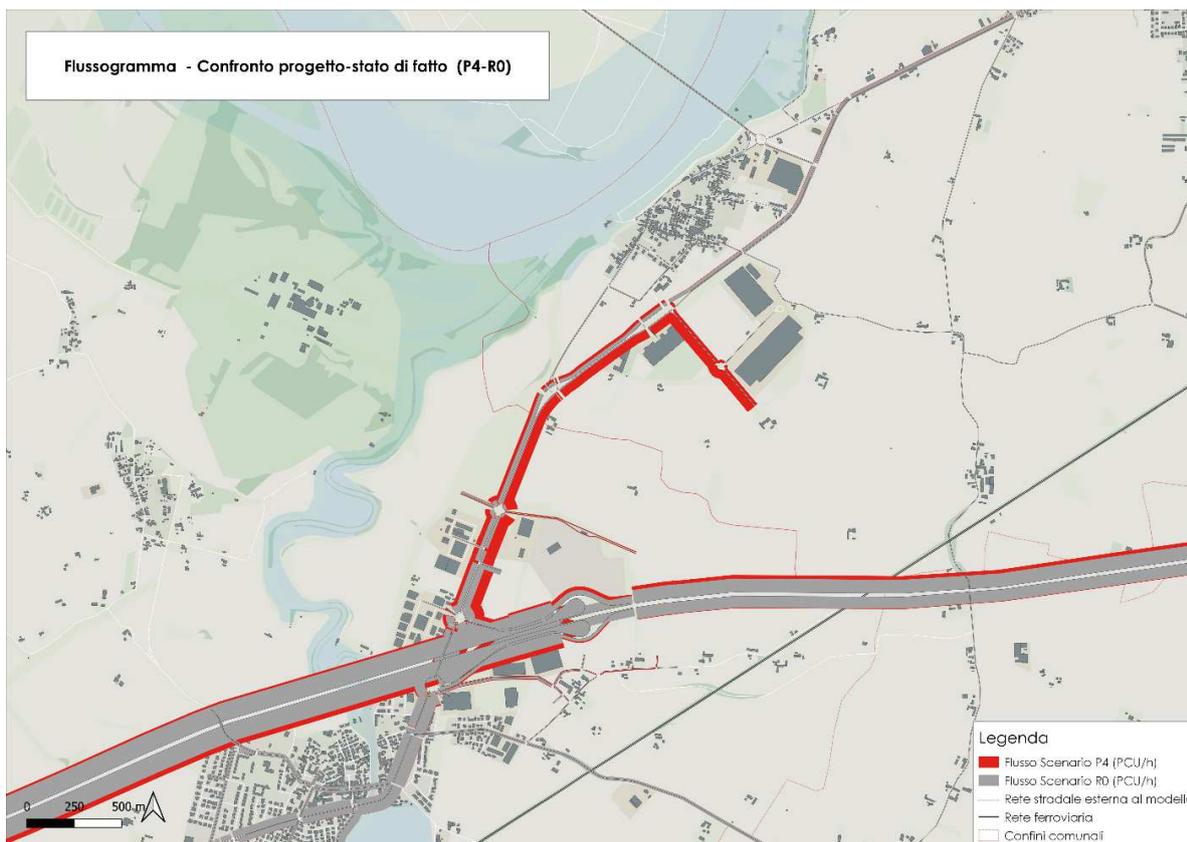


Figura 58 – Flussogramma confronto tra i volumi dello Scenario di progetto P4 e quelli dello Scenario di riferimento R0

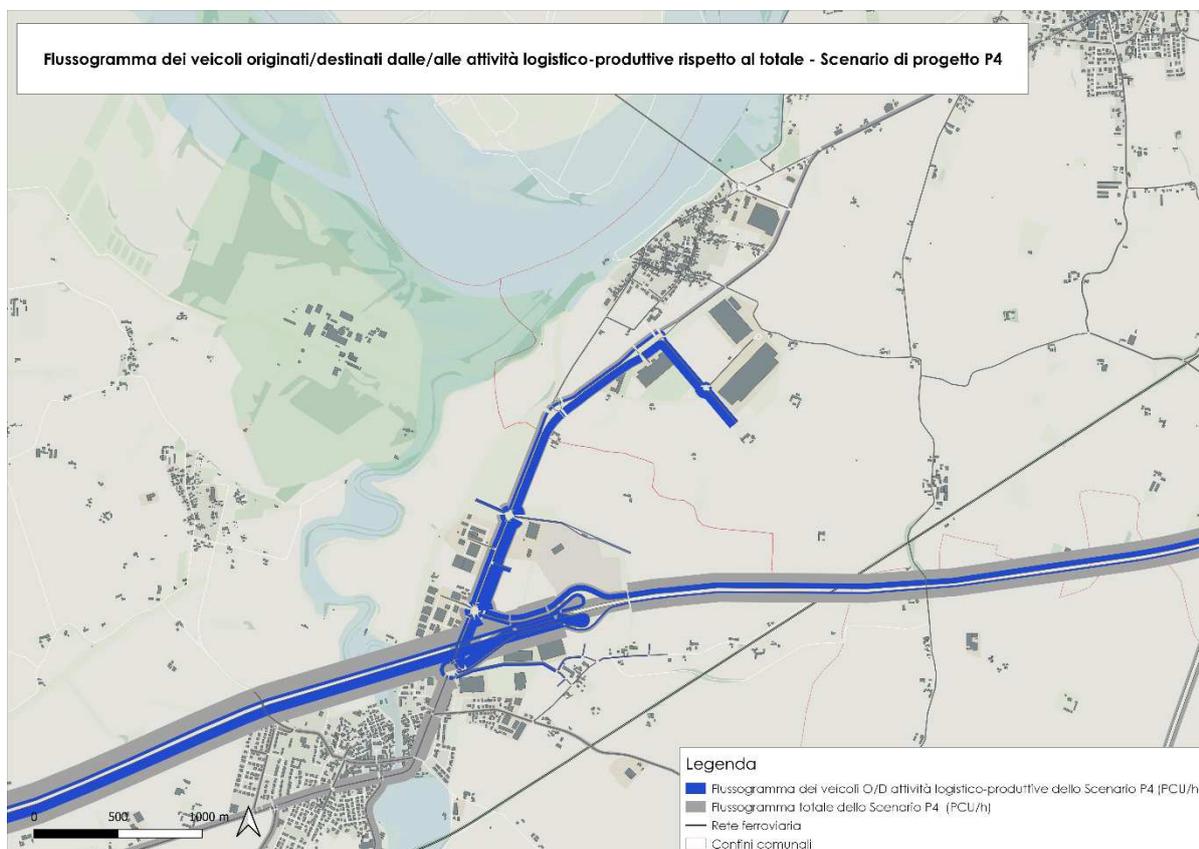


Figura 59 – Flussogramma dei volumi indotti dalle attività logistico-produttive rispetto al totale dello Scenario P4

12. SCENARIO DI PROGETTO - SCENARIO P5

12.1 Input dello scenario

Lo scenario di progetto denominato P5 prende in considerazione la seguente configurazione dei parametri di input:

- Domanda simulata: traffico indotto dei comparti 4 carso e 5 est monticelli al loro massimo carico teorico e Porto fluviale ancora nello Scenario LP.
- Sistema di offerta infrastrutturale: offerta P2.

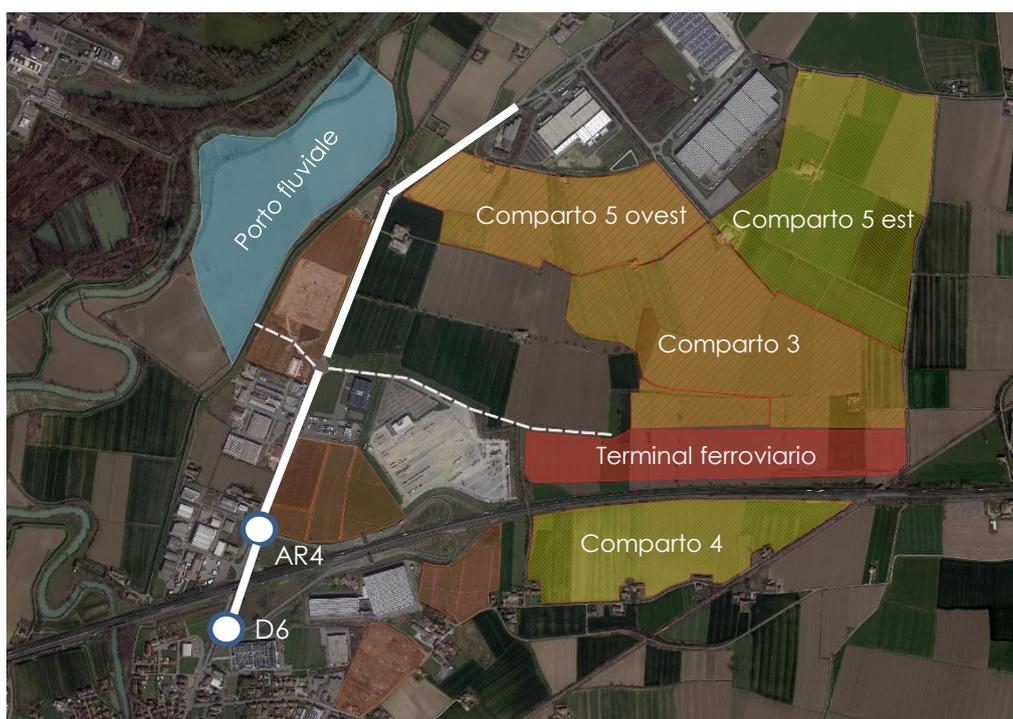


Figura 60 – inquadramento delle modifiche della domanda e dell'offerta di trasporto nello Scenario P5

Questo scenario risulta di improbabile realizzazione ma per valutare le condizioni di deflusso sulla viabilità dei Comuni di Caorso e Monticelli d'Ongina è stato valutato anche questo scenario prudenziale.

12.2 Risultanze funzionali

Rispetto al precedente scenario permangono alcune evidenze come leggere congestioni nei tratti urbani di Caorso legati al traffico urbano. Il traffico indotto di progetto invece non influenza l'ambito urbano andando a utilizzare il tratto di viabilità della SP10R tra lo svincolo autostradale sud e l'ingresso del polo logistico presso la grande rotatoria ovale a nord.

Gli indici trasportistici riportati nelle successive immagini mostrano come anche in quest'ultimo scenario, contraddistinto dal carico urbanistico massimo, il traffico generato e attratto dal sia compatibile con l'assetto infrastrutturale dello scenario.

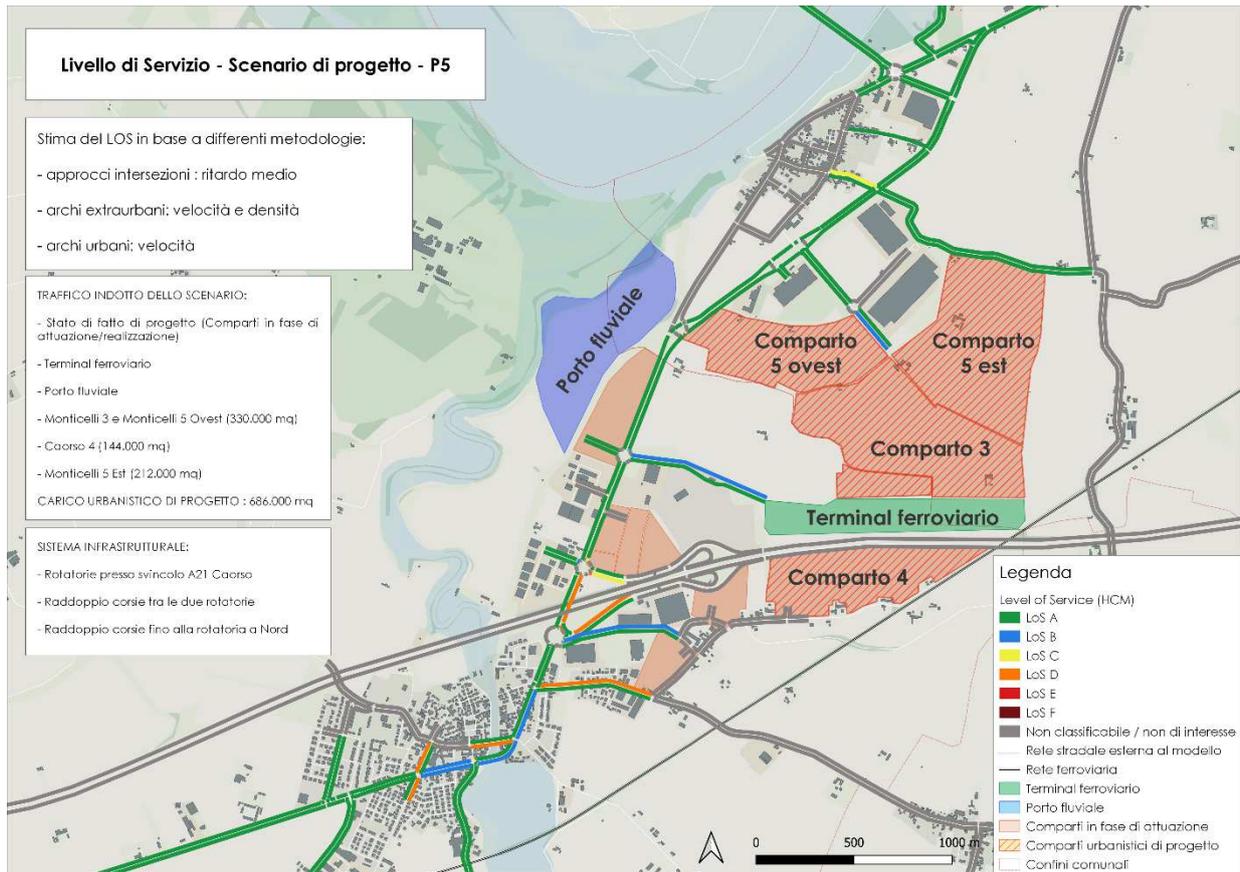


Figura 61 – Livello di Servizio del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P5

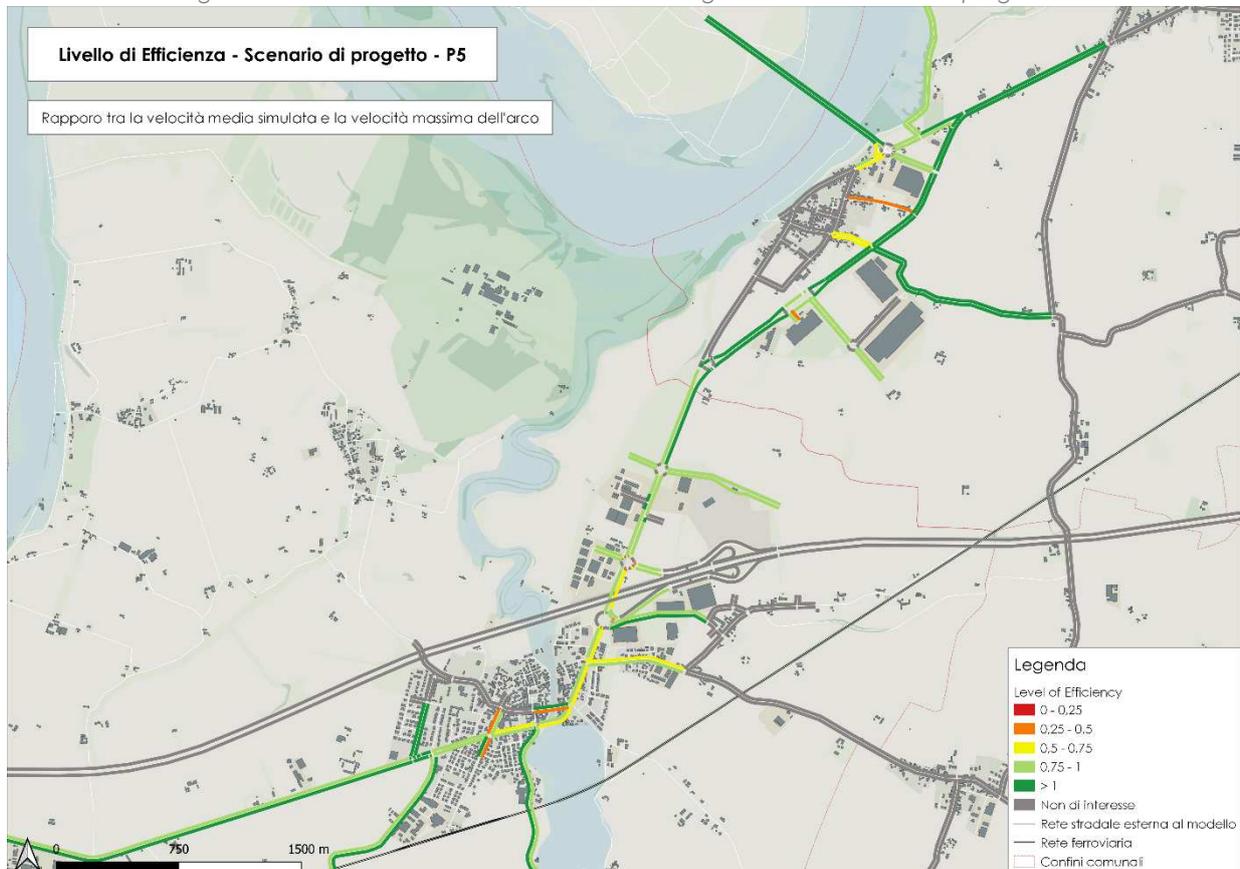


Figura 62 – Livello di Efficienza del corridoio viario lungo la SP10R - Scenario di progetto P5

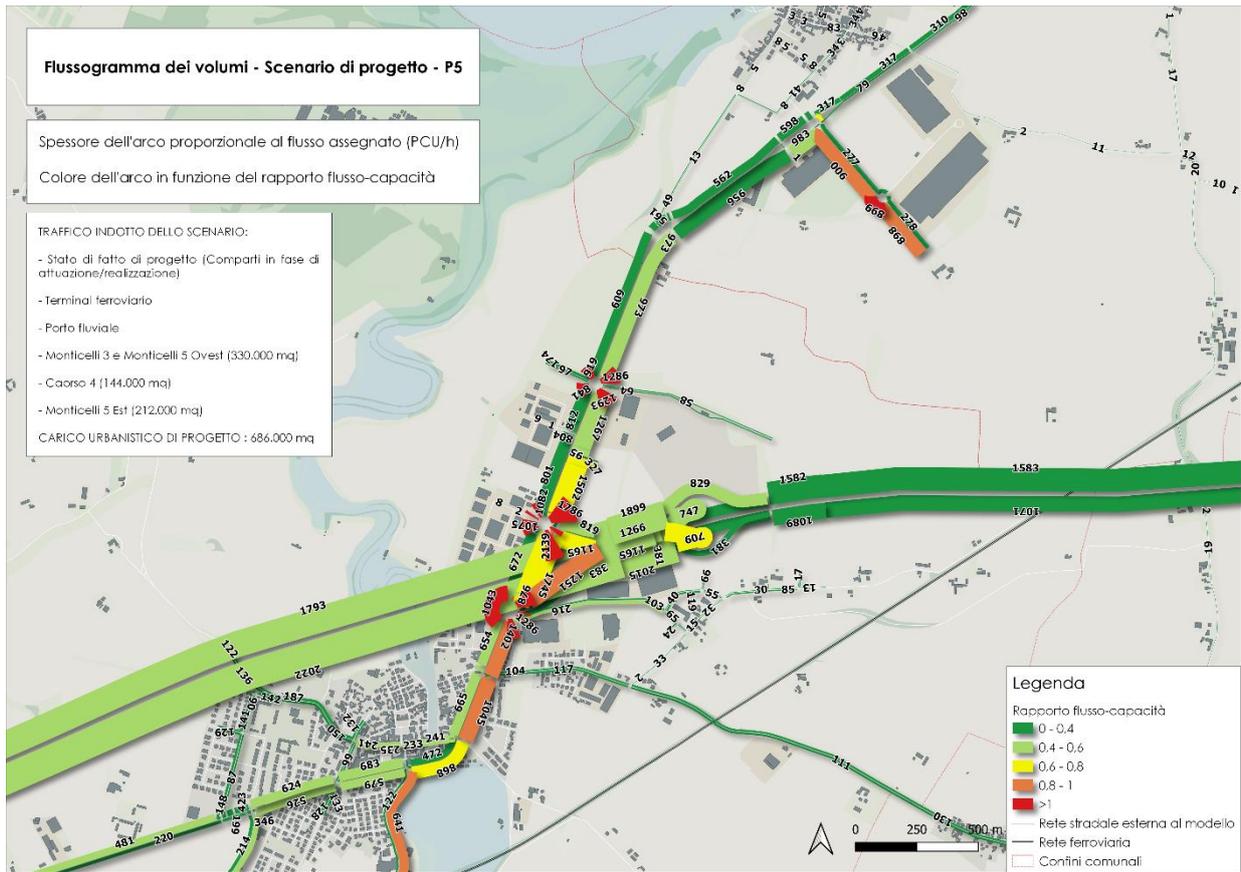


Figura 63 – Flussogramma dei volumi espressi in veicoli equivalenti ora (PCU/h) - Scenario di progetto P5

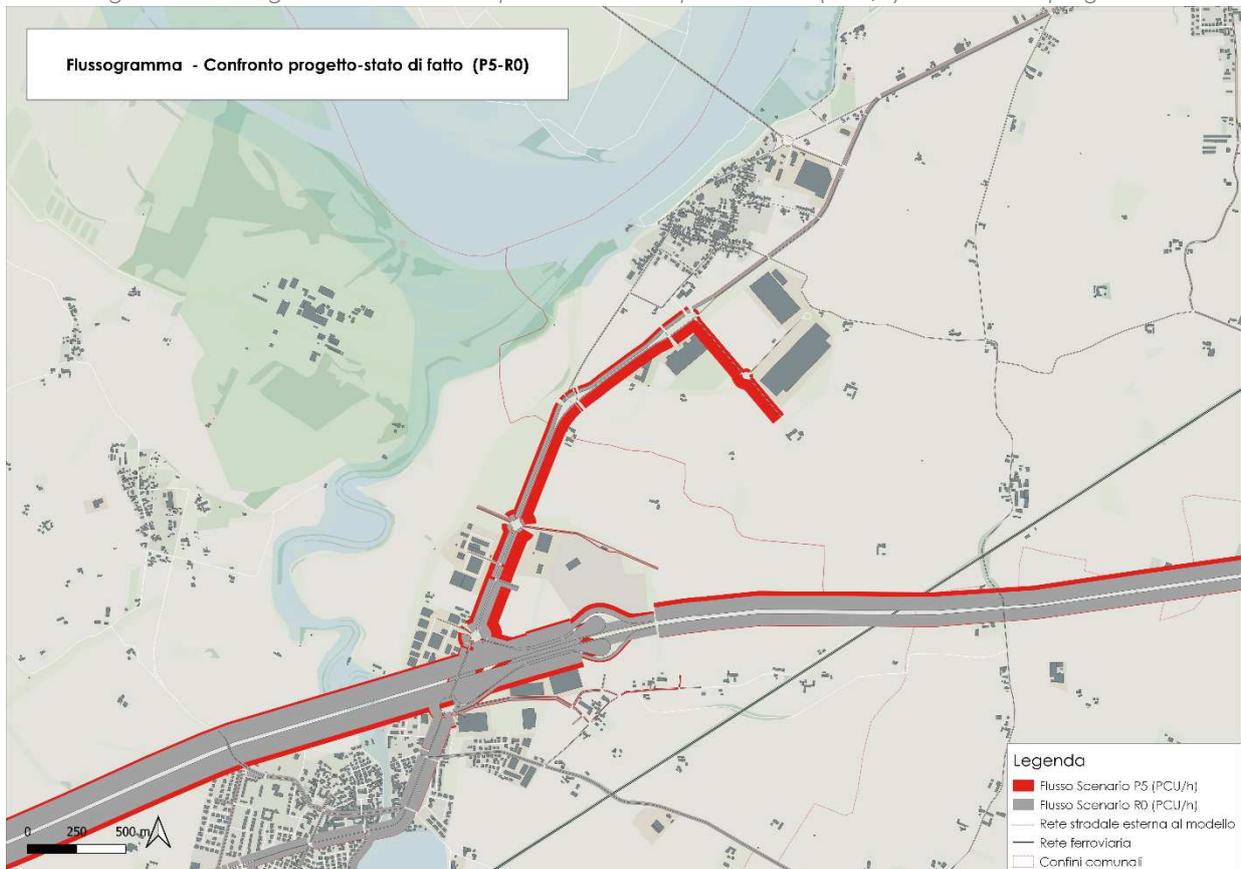


Figura 64 – Flussogramma confronto tra i volumi dello Scenario di progetto P5 e quelli dello Scenario di riferimento R0

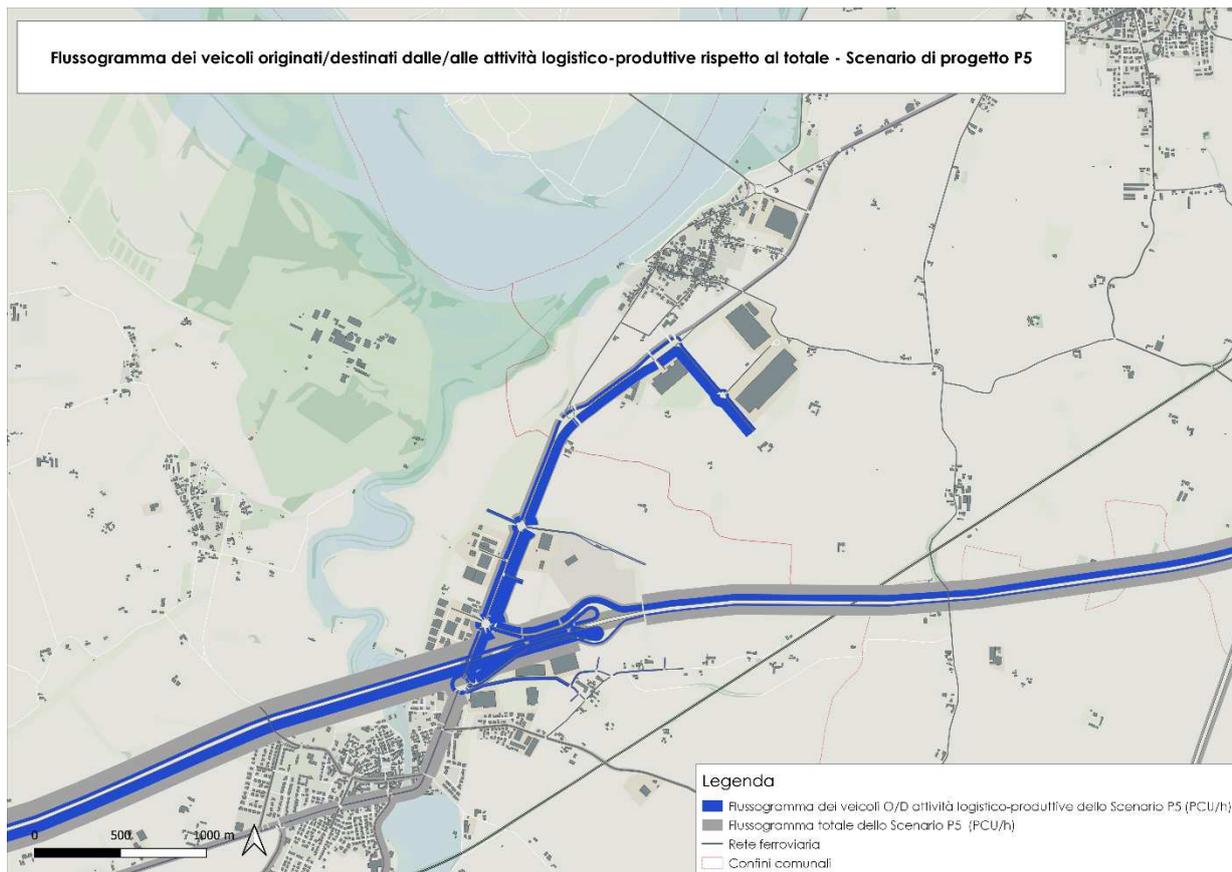


Figura 65 – Flussogramma dei volumi indotti dalle attività logistico-produttive rispetto al totale dello Scenario P5

13.MACRO INDICATORI DI RETE

13.1 Percorrenze chilometriche, tempi di percorrenza, velocità medie

Per valutare l'impatto globale sul sistema della viabilità sono stati utilizzati questi ulteriori macro indicatori:

- tempo di percorrenza complessivo della simulazione [veic*h];
- percorrenza complessiva della simulazione [veic* km];
- velocità media della simulazione [km/h].

Come è possibile osservare in Figura 66, al variare degli scenari di simulazione, l'incremento del numero di veicoli simulati porta ad un aumento graduale dei primi due indicatori. La differenza maggiore si riscontra tra lo Scenario Attuale e lo Scenario di Riferimento, con l'incremento del traffico dovuto all'insediamento delle attività nei comparti urbanistici in fase di realizzazione/attuazione non di progetto. Il differenziale tra lo Scenario P2 e lo Scenario P1 è dovuto al traffico indotto dai più ampi comparti di progetto: 3 monticelli e 5 ovest monticelli. Non si registrano incrementi critici degli indicatori, dimostrando che globalmente le condizioni di deflusso sulla rete non degradano nonostante il progressivo aumento del traffico indotto.

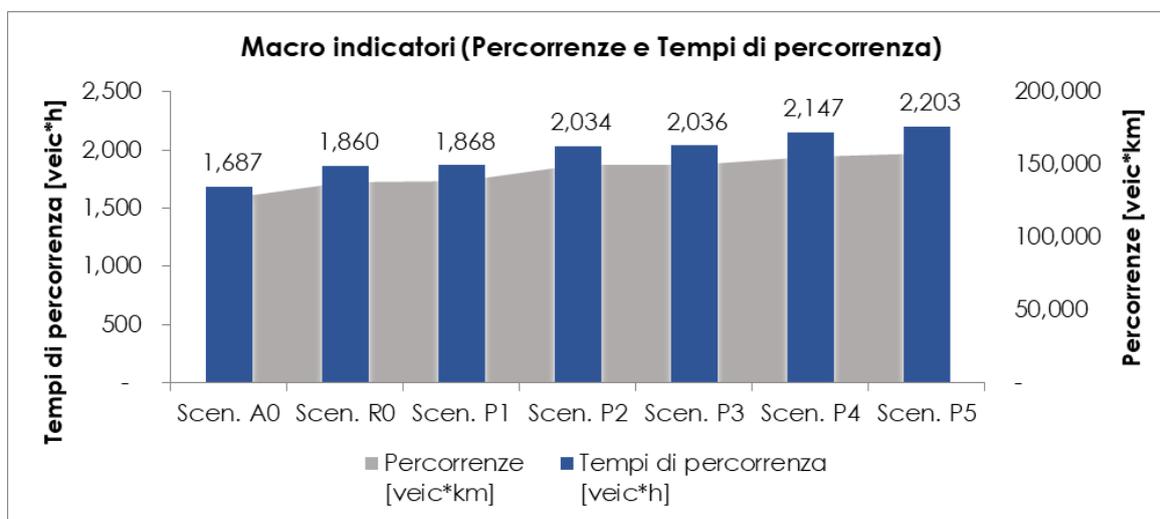


Figura 66 – Tempi di percorrenza complessiva e Percorrenze complessive di ciascuno scenario di simulazione

Il terzo indicatore conferma quanto detto precedentemente: la velocità media non decresce se non di pochi chilometri orari (la velocità media risulta molto alta poiché la rete del modello comprende molti archi extraurbani e l'autostrada A21).

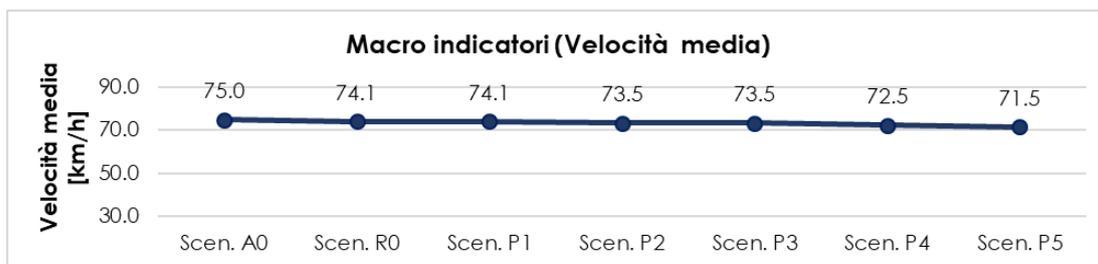


Figura 67 – Velocità media di ciascuno scenario di simulazione

13.2 Tempi medi di viaggio tra le principali coppie O/D

Si riportano i tempi medi di viaggio tra alcune delle principali coppie Origine/Destinazione del modello. Sono stati analizzati i percorsi che collegano i principali centroidi di Piacenza e Cremona con l'area di studio. I percorsi esaminati sono sia quelli di collegamento tra i centroidi di Piacenza e Cremona che quelli di collegamento tra questi ultimi e l'area di studio. Nella Figura 68 sono riportati i tempi di viaggio lungo le direttrici extraurbane mentre nella Figura 69 quelli lungo le direttrici autostradali.

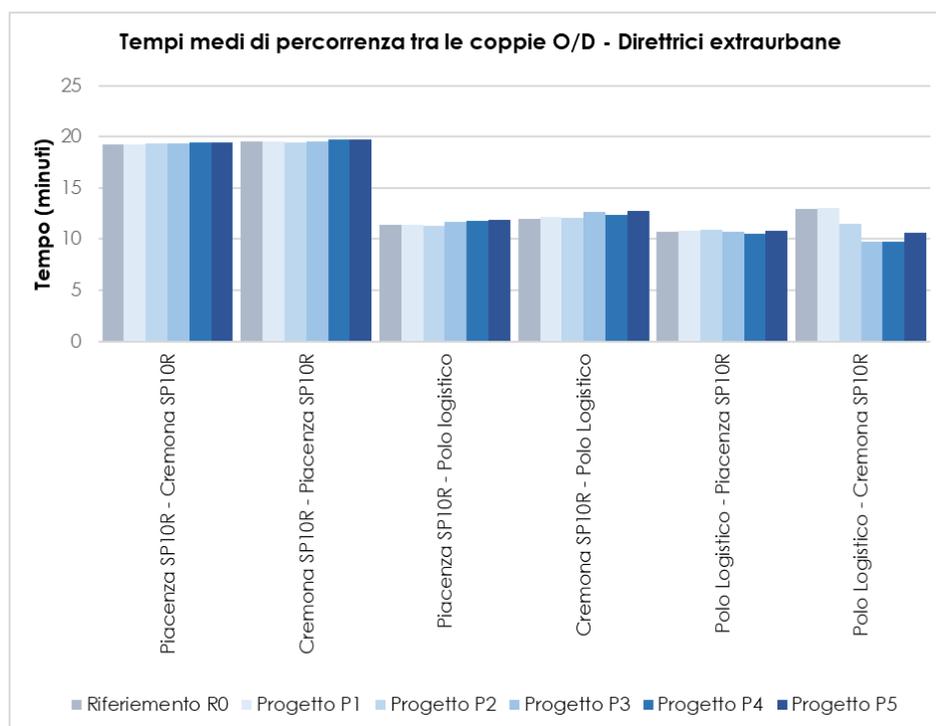


Figura 68 – Tempi medi di viaggio nei diversi scenari di simulazione tra le principali coppie O/D extraurbane

Globalmente si evidenzia come i tempi medi di viaggio sulla rete, anche negli scenari più gravosi, non registrino aumenti significativi.

Per i percorsi di attraversamento (collegamenti Piacenza-Cremona e viceversa, tramite la strada provinciale SP10R o tramite l'autostrada A21) i tempi rimangono praticamente costanti in tutti gli scenari simulati. Per i collegamenti di origine o destinazione al Polo logistico è possibile osservare lievi variazioni del tempo medio di viaggio sia per quanto riguarda le direttrici

extraurbane che autostradali: questo dipende dall'evoluzione infrastrutturale, che influisce più dell'incremento della domanda sulle prestazioni del sistema.

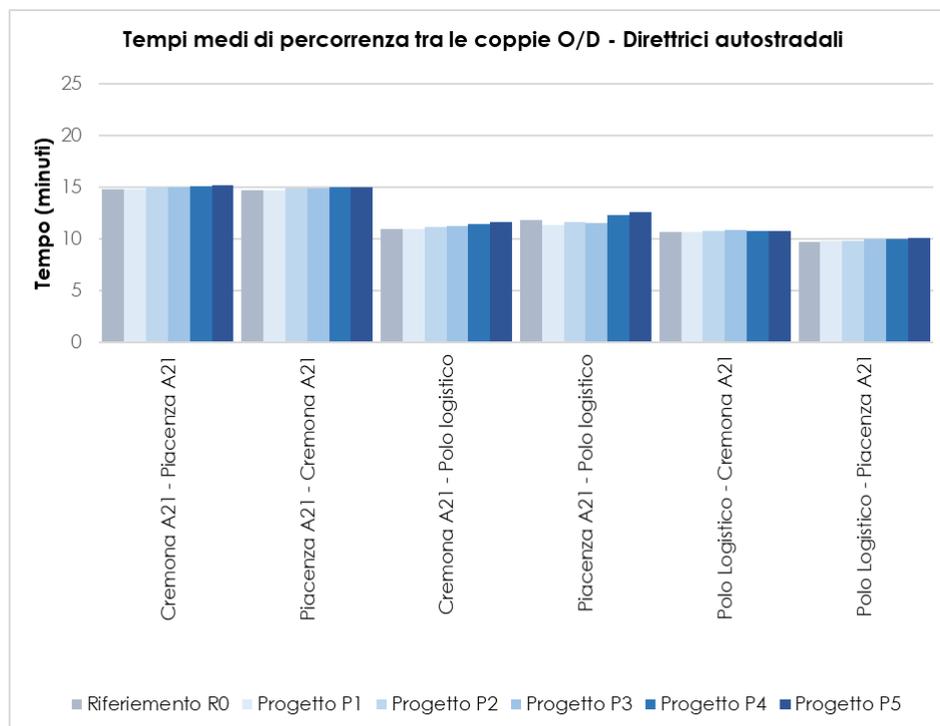


Figura 69 – Tempi medi di viaggio nei diversi scenari di simulazione tra le principali coppie O/D autostradali

13.3 Principali Intersezioni lungo la SP10R

13.3.1 SP10R - Svincolo sud A21

L'intersezione che collega la provinciale con lo svincolo autostradale della carreggiata in direzione Cremona attualmente è contraddistinta da una configurazione a raso (a sinistra nella Figura 70). La simulazione dinamica dello Scenario attuale evidenzia dei rallentamenti per i veicoli provenienti da Sud (ovvero da Caorso) mentre gli altri archi di ingresso sono contraddistinti da ottimi Livelli di Servizio. Anche gli altri indici riportati in

Tabella 25 e Tabella 26 risultano buoni ed evidenziano come il livello di servizio C per l'ingresso Sud non sia causato da una condizione di congestione ma da una maggiore densità veicolare: il livello di servizio C è comunque indice di una condizione di deflusso ancora buona.



Figura 70 – Intersezione SP10R- svincolo sud A21 Caorso: Sx: Scenario A0; Dx: Scenario R0 - P5

Dopo la realizzazione della rotatoria (denominata negli accordi del Comune di Caorso D6) e del raddoppio della provinciale nella tratta a nord, si registrano per in tutti le configurazioni di simulazione delle ottimali condizioni di deflusso.

Tabella 24 – LOS delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Livello di servizio	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
A21	A	A	A	A	A	A	A
	A	A	A	A	A	A	A
SP10R SUD	C	A	A	A	A	A	A
SP10R NORD	A	A	A	A	A	A	A
Strada Cascina Barraco		A	A	A	A	A	B

Tabella 25 – Ritardo medio delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Ritardo medio [s]	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
A21	3	8	8	5	6	5	9
	2	5	0	0	0	0	2
SP10R SUD	0	2	2	4	5	6	8
SP10R NORD	0	2	3	2	2	2	2
Strada Cascina Barraco		6	6	8	9	9	15

Tabella 26 – Lunghezza media della coda delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Lunghezza media della coda [m]	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
A21	2	6	5	3	4	3	5
	0	2	0	0	0	0	2
SP10R SUD	1	3	4	7	9	11	14
SP10R NORD	0	1	3	2	2	2	2
Strada Cascina Barraco		1	1	1	1	1	2

13.3.2 SP10R - Svincolo nord A21

La seconda intersezione oggetto di approfondimento è quella che collega la provinciale con il casello autostradale in direzione Piacenza. Anche in questo caso l'intersezione a raso è oggetto di una Convenzione e sarà trasformata in rotatoria (AR4 negli accordi del Comune di Caorso). Si ricorda che la rotatoria è prevista nello Scenario R0, il raddoppio della SP10R nel tratto a sud nello Scenario P1 mentre il raddoppio a nord nello Scenario P2.

Gli indici riportati nelle seguenti tabelle evidenziano come le condizioni di deflusso si mantengano ottimali fino allo Scenario di progetto P3. Gli interventi infrastrutturali previsti riescono efficacemente a concorrere nel miglioramento delle condizioni di deflusso.

Solo nelle condizioni di traffico più gravose, ovvero con i comparti urbanistici al completo o con i massimi carichi urbanistici teorici, si registrano delle condizioni di rallentamento e congestione. Il livello di servizio D si registra solo nello scenario più improbabile, sotto condizioni di generazione della domanda molto prudenziali, e con riferimento all'ora di punta mattutina.



Figura 71 – Intersezione SP10R- svincolo nord A21 Caorso: Sx: Scenario A0; Dx: Scenario R0 - P5

Tabella 27 – LOS delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Livello di servizio	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
A21	A	A	A	A	A	A	A
	A						
SP10R SUD	A	A	A	A	A	C	D
SP10R NORD	A	A	A	A	A	A	A
Via del Progresso		A	A	A	A	A	A

Tabella 28 – Ritardo medio delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Ritardo medio [s]	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
A21	1	1	1	4	4	8	9
	0						
SP10R SUD	0	1	1	5	4	20	32
SP10R NORD	0	1	1	1	1	1	1
Via del Progresso		1	1	1	1	2	1

Tabella 29 – Lunghezza media della coda delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Lunghezza media della coda [m]	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
A21	0	1	1	4	4	9	10
	0						
SP10R SUD	0	2	2	13	12	55	86
SP10R NORD	0	1	1	1	1	1	1
Via del Progresso		0	0	0	0	0	0

13.3.3 SP10R - Via Canada

L'ultima intersezione oggetto di approfondimento è quella tra la provinciale e Via Canada. La configurazione della rotonda resta invariata in tutti gli scenari di simulazione. Ai fini modellistici nello scenario attuale non è presente il ramo ovest poiché attualmente non collegato a nessun comparto mentre dallo scenario di riferimento R0 è prevista la realizzazione del lotto H. Inoltre il ramo ovest risulta quello di collegamento con la viabilità di accesso al porto fluviale. Via Canada invece risulta secondo le attuali previsioni progettuali il ramo di collegamento con il Terminal ferroviario.



Figura 72 – Intersezione SP10R-Via Canada: Sx: Scenario A0; Dx: Scenario P1 - P5

Gli indici trasportistici risultano sempre ottimali per questa intersezione anche negli scenari maggiormente gravosi, grazie al raddoppio della strada provinciale nei due tratti limitrofi.

Tabella 30 – LOS delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Livello di servizio	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
Via Canada	A	A	A	A	A	B	B
SP10R SUD	A	A	A	A	A	A	A
SP10R NORD	A	A	A	A	A	A	A
Ramo ovest		A	A	A	A	A	A

Tabella 31 – Ritardo medio delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Ritardo medio [s]	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5

Via Canada	1	0	0	4	4	11	12
SP10R SUD	0	0	0	0	0	1	1
SP10R NORD	0	1	1	1	1	2	2
Ramo ovest		1	1	3	3	4	5

Tabella 32 – Lunghezza media della coda delle corsie d'ingresso dell'intersezione nei vari scenari di simulazione

Lunghezza media della coda [m]	A0	R0	P1	P2	P3	P4	P5
Via Canada	0	0	0	0	0	1	1
SP10R SUD	0	0	0	1	1	2	3
SP10R NORD	0	1	1	1	1	2	2
Ramo ovest		0	0	0	0	0	1

14. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

La realizzazione del Terminal ferroviario Multimodale e del porto fluviale commerciale ha come macro obiettivo la creazione di un importante nodo di scambio intermodale delle merci e la riduzione complessiva delle emissioni collegate al trasporto merci su strada, tramite il trasferimento su ferro e acqua di alcune tratte di trasporto. La posizione nei pressi dello svincolo autostradale e la possibilità di realizzare sia un terminal ferroviario con stazione "in linea" sia un porto fluviale, lungo una delle poche vie navigabili d'Italia, sono aspetti fondamentali per l'ottimizzazione della catena distributiva delle merci.

Lo studio ha valutato nello specifico l'impatto sulle condizioni di deflusso della viabilità locale del traffico indotto prevedibile per le attività insediative tramite un micro modello di simulazione dinamica realizzato su un ambito territoriale di vasta scala.

Lo studio si basa su un approccio assolutamente cautelativo poiché la stima del traffico indotto considera i seguenti aspetti:

- la stima è stata effettuata separatamente per il traffico indotto dal Terminal ferroviario, dal Porto fluviale commerciale, senza considerare interazioni tra aree di trasferimento intermodale e comparti, che verosimilmente sorgeranno invece per incrementare le potenzialità del terminal e del porto stesso;
- il carico urbanistico è stato valutato fino al suo massimo sfruttamento teorico stimabile sulla base delle indicazioni dall'Accordo territoriale e dei PSC di Caorso e Monticelli d'Ongina;
- la destinazione d'uso produttiva ha previsto una stima del traffico indotto derivata da quella di realtà industriali vere e proprie, quindi contraddistinte anche da un numero di auto private molto elevato per gli addetti potenziali.

Gli scenari di simulazione hanno principalmente evidenziato i seguenti risultati:

- le condizioni di deflusso risultano accettabili anche negli scenari più gravosi;
- la realizzazione delle rotatorie già previste in corrispondenza degli ingressi dei caselli autostradali migliora le condizioni di deflusso in previsione anche del traffico indotto dai comparti attualmente in fase di realizzazione/attuazione;
- il raddoppio del tratto di strada provinciale tra le rotatorie risulta funzionale a garantire le migliori condizioni di deflusso;
- l'incremento di traffico generato dal Terminal ferroviario e dal porto fluviale non comporta un peggioramento delle condizioni di deflusso. Il loro insediamento è compatibile anche senza l'adeguamento della SP10R nel tratto a nord della rotatoria AR4;

- l'ulteriore incremento di traffico generato dall'attuazione delle previsioni urbanistiche dei comparti logistico-produttivi del Polo di Sviluppo Territoriale di «San Nazzaro-Caorso» risulta compatibile con l'adeguamento della SP10R.

ALLEGATO A

Analisi dei flussi veicolari sulla rete viaria

Postazione 128

Per la postazione in esame è stato scelto il mese di novembre come periodo maggiormente rappresentativo. Sono stati esclusi febbraio poiché ha un numero di giorni feriali inferiore agli altri, e luglio poiché non rappresentativo del periodo scolastico-lavorativo.

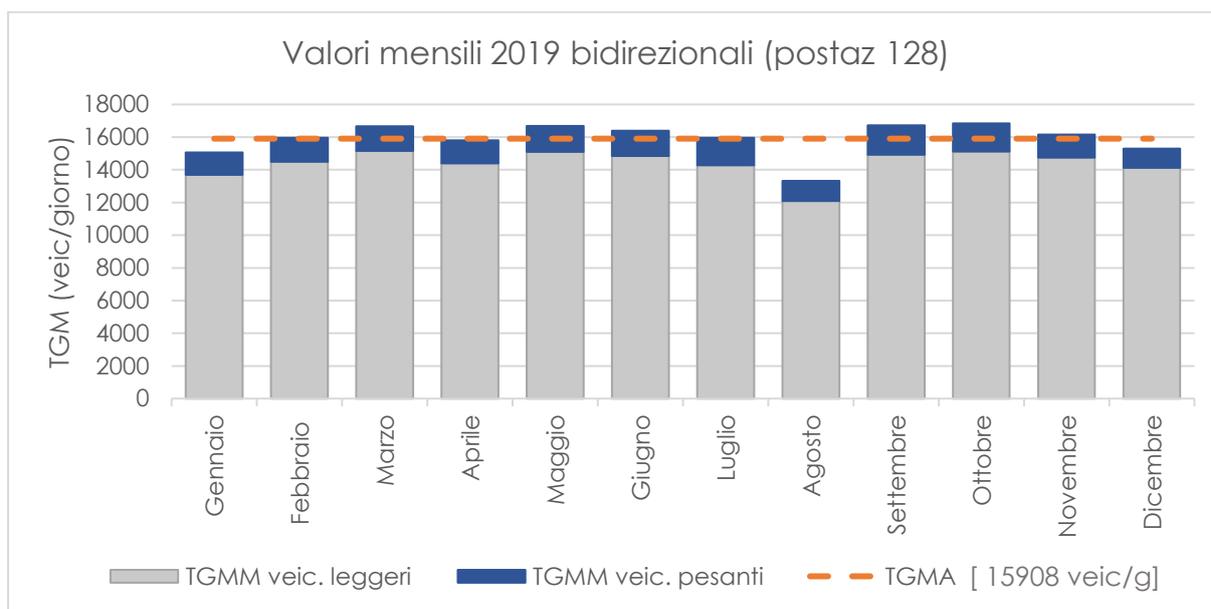


Figura 73 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 128

Nell'analisi del mese di novembre il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in giovedì 28. È stato escluso lunedì 11 poiché successivo ad un giorno festivo.

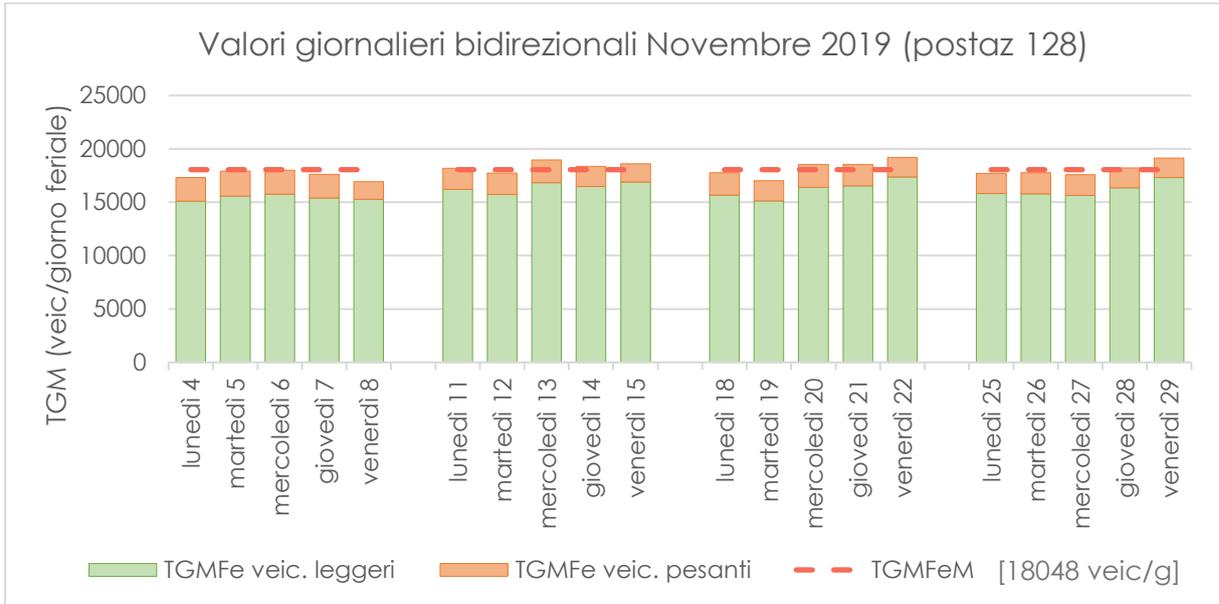


Figura 74 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 128

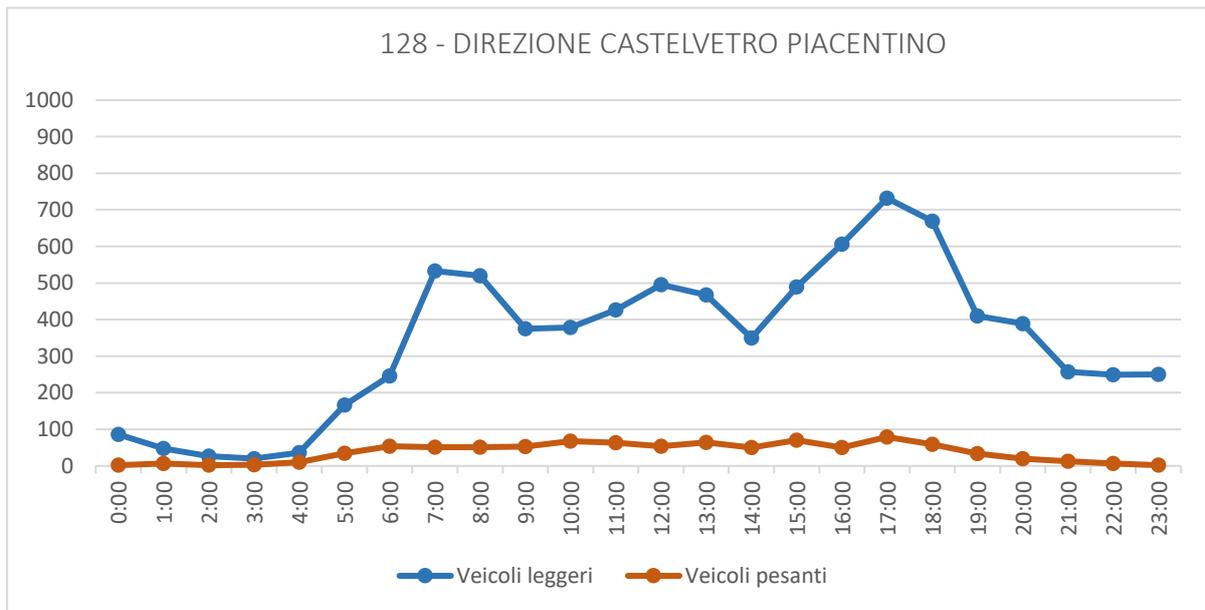


Figura 75 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 28 novembre, dir. Castelvetro Piacentino

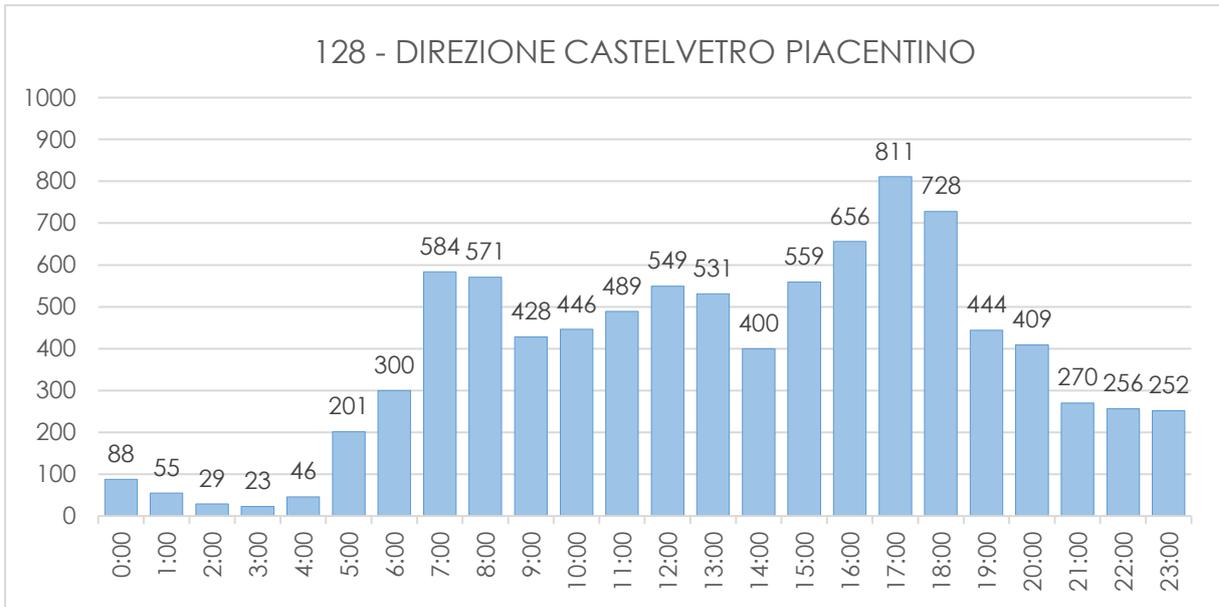


Figura 76 – andamento orario totale di giovedì 28 novembre, dir. Castelvetro Piacentino

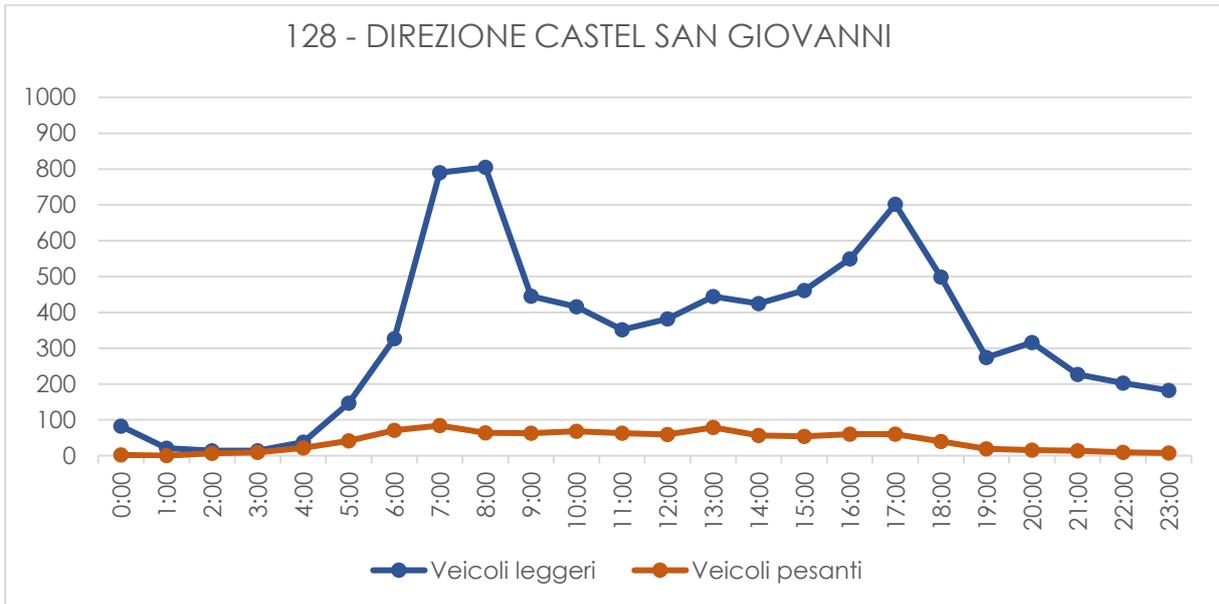


Figura 77 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 28 novembre, dir. Castel San Giovanni

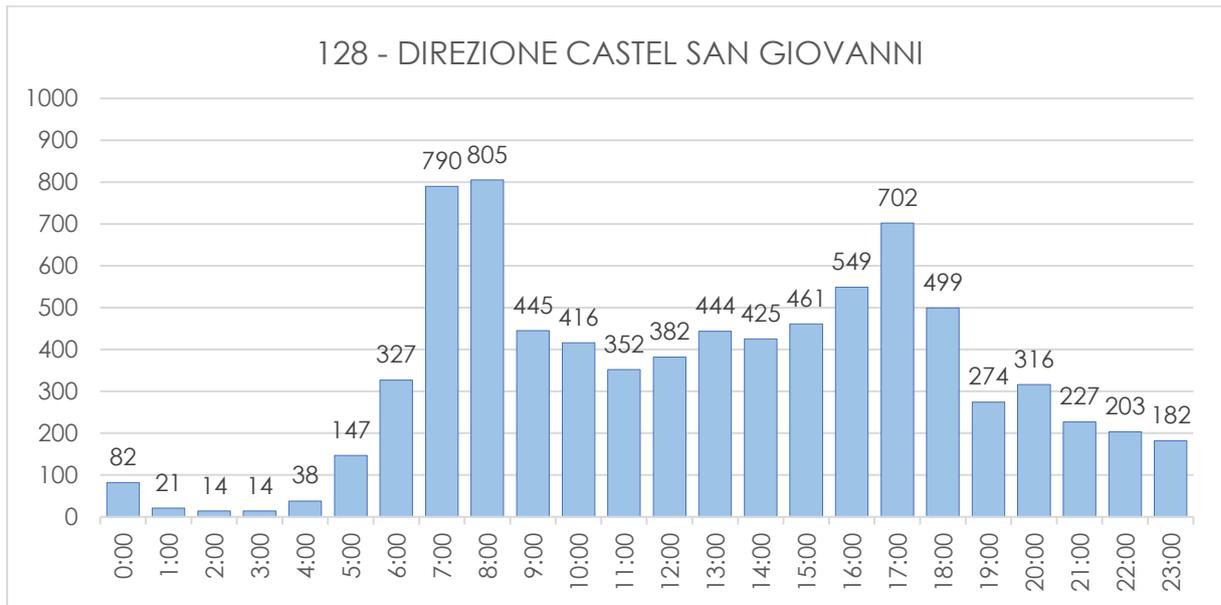


Figura 78 – andamento orario totale di giovedì 28 novembre, dir. Castel San Giovanni

Postazione 300

Per la postazione numero 300 è stato escluso luglio perché appartenente al periodo estivo e il mese individuato è stato aprile 2019.

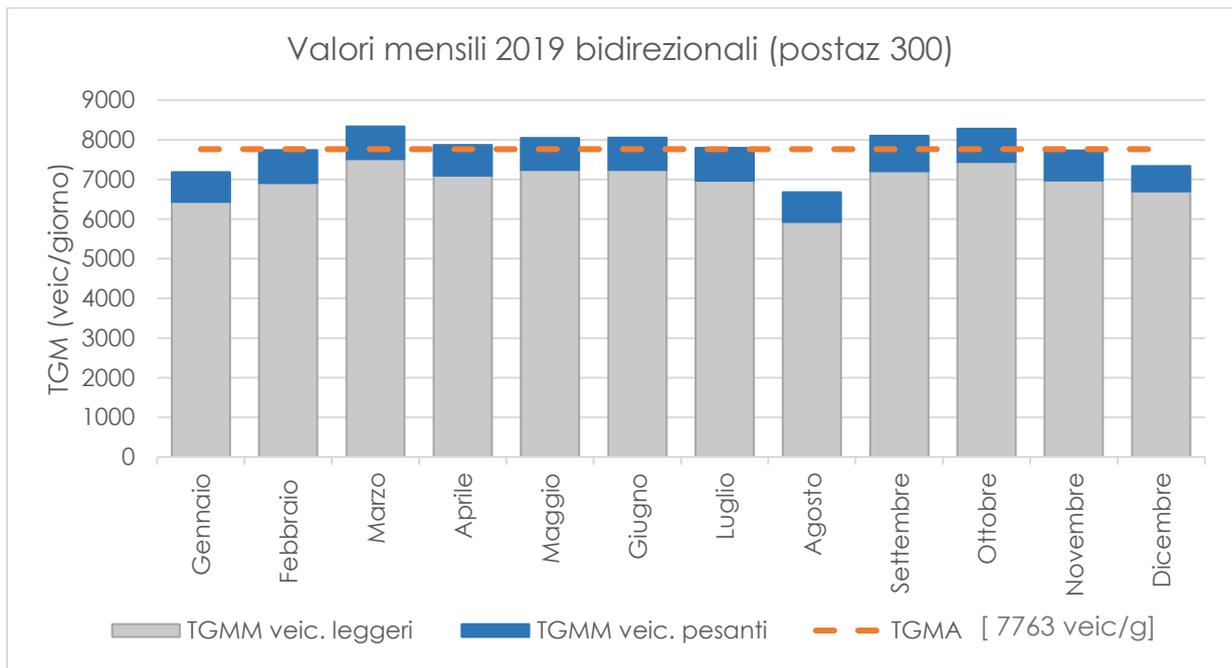


Figura 79 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 300

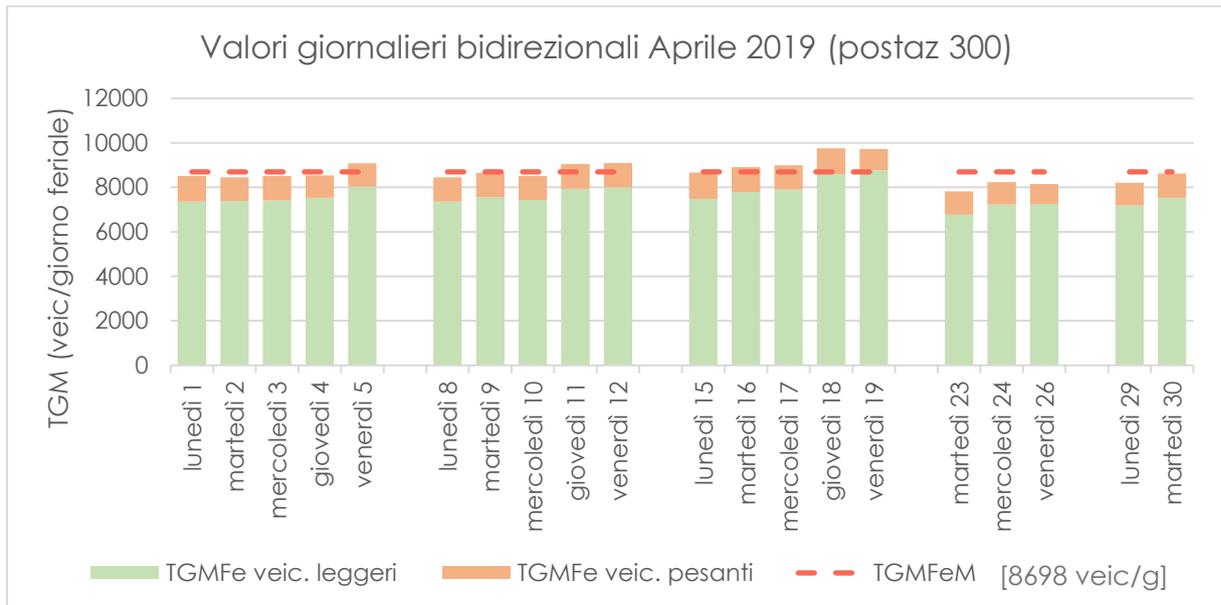


Figura 80 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 300

Nell'analisi del mese di aprile il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in mercoledì 17.

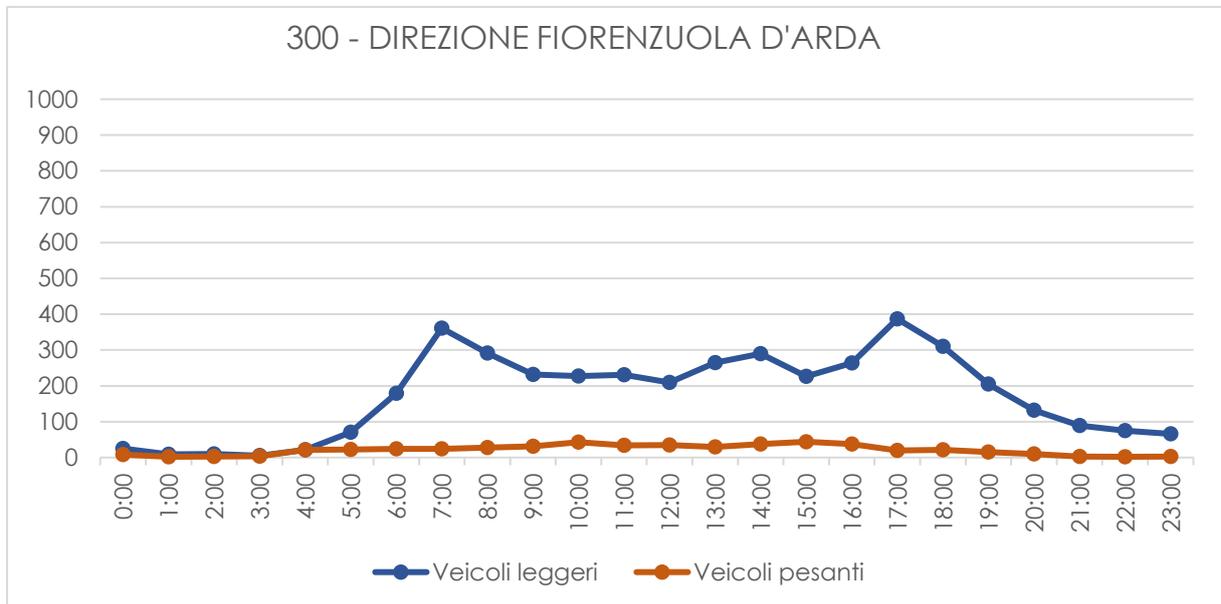


Figura 81 – andamento orario del traffico leggero e pesante di mercoledì 17 aprile, dir. Fiorenzuola d'Arda

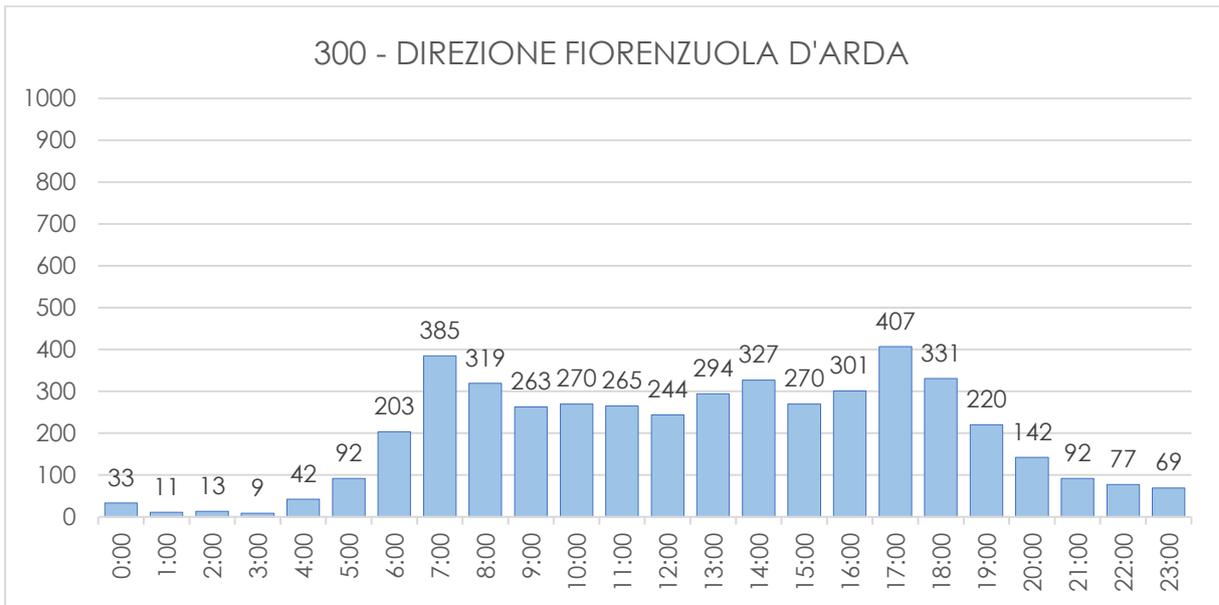


Figura 82 – andamento orario totale di mercoledì 17 aprile, dir. Fiorenzuola d'Arda

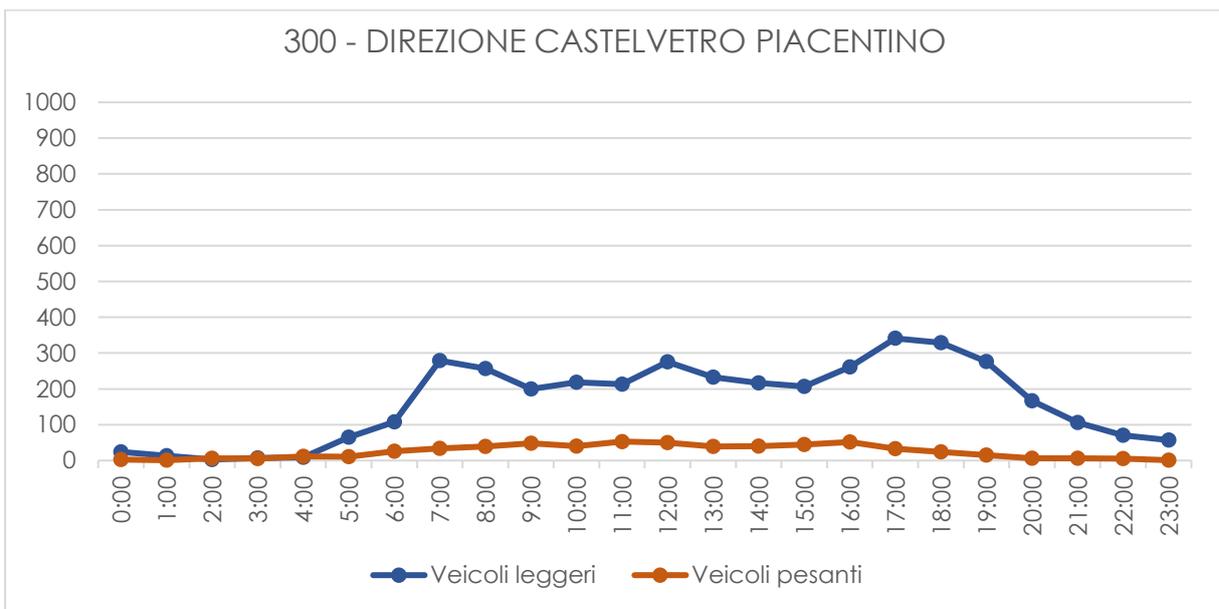


Figura 83 – andamento orario del traffico leggero e pesante di mercoledì 17 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

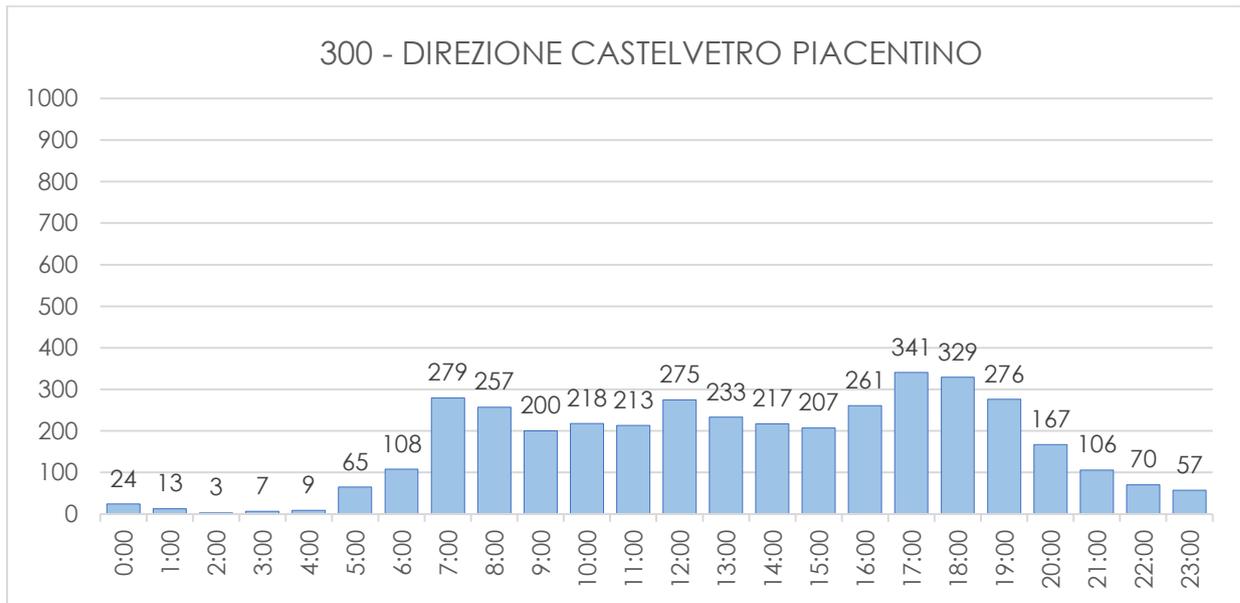


Figura 84 – andamento orario totale di mercoledì 17 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

Postazione 309

Per la postazione in esame è stato scelto il mese di settembre come periodo maggiormente rappresentativo. È stato escluso giugno poiché non rappresentativo del periodo scolastico-lavorativo. Per il mese di dicembre non sono disponibili dati rilevati.

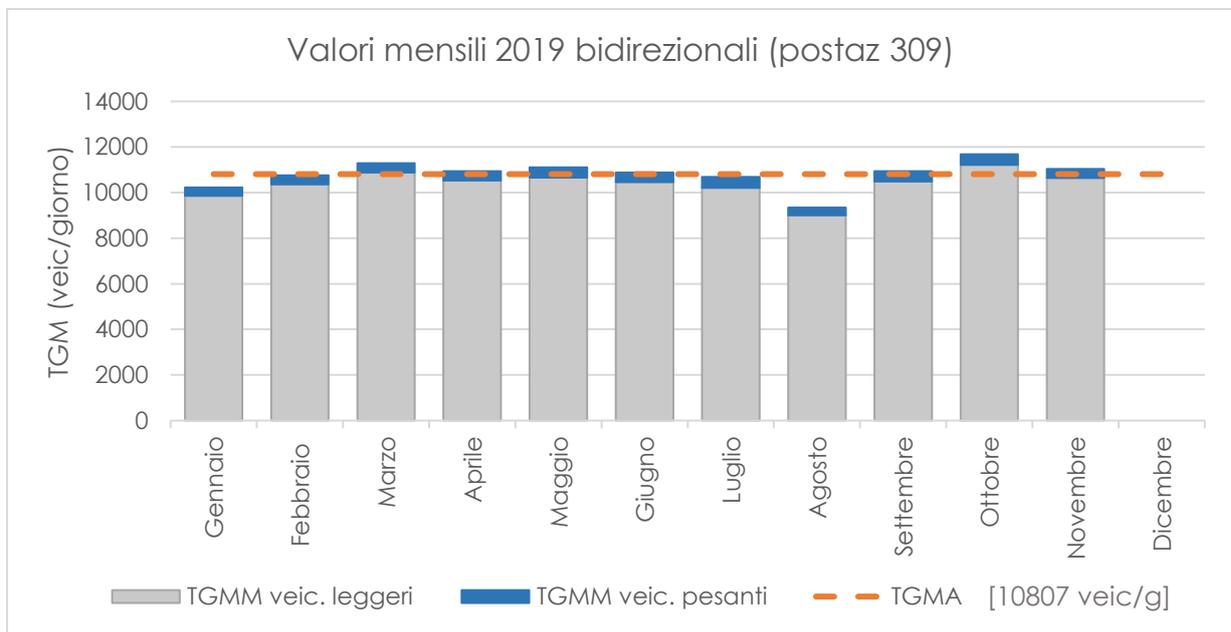


Figura 85 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 309

Nell'analisi del mese di settembre il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in mercoledì 25. È stato escluso lunedì 30 poiché successivo ad un giorno festivo.

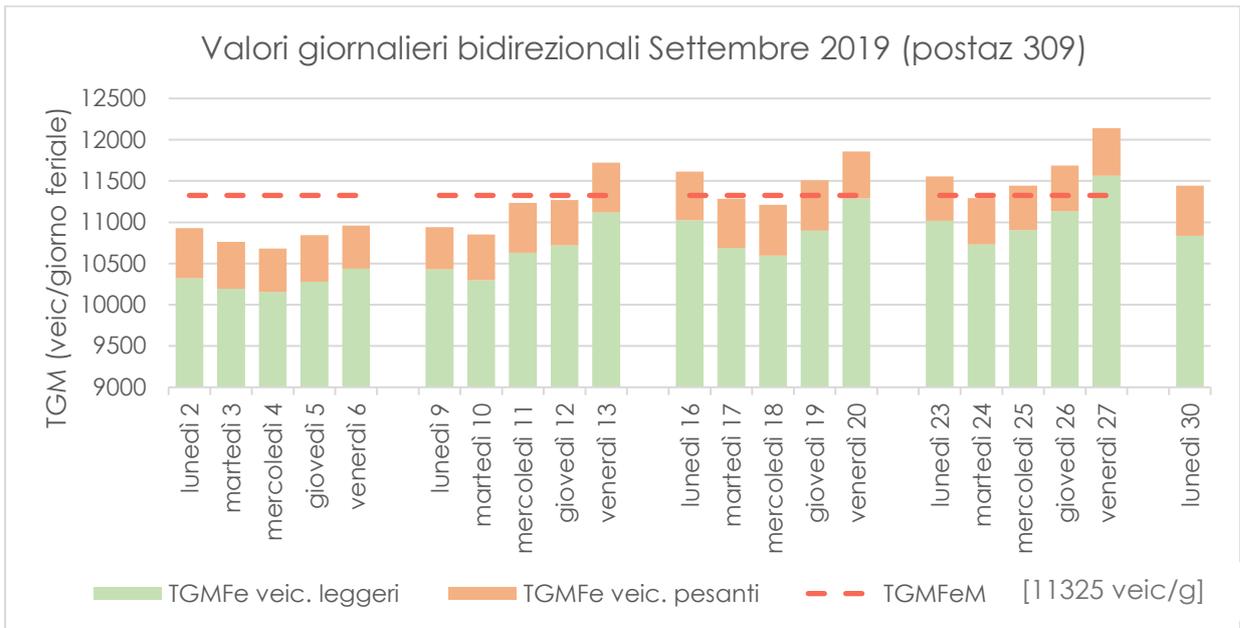


Figura 86 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 309

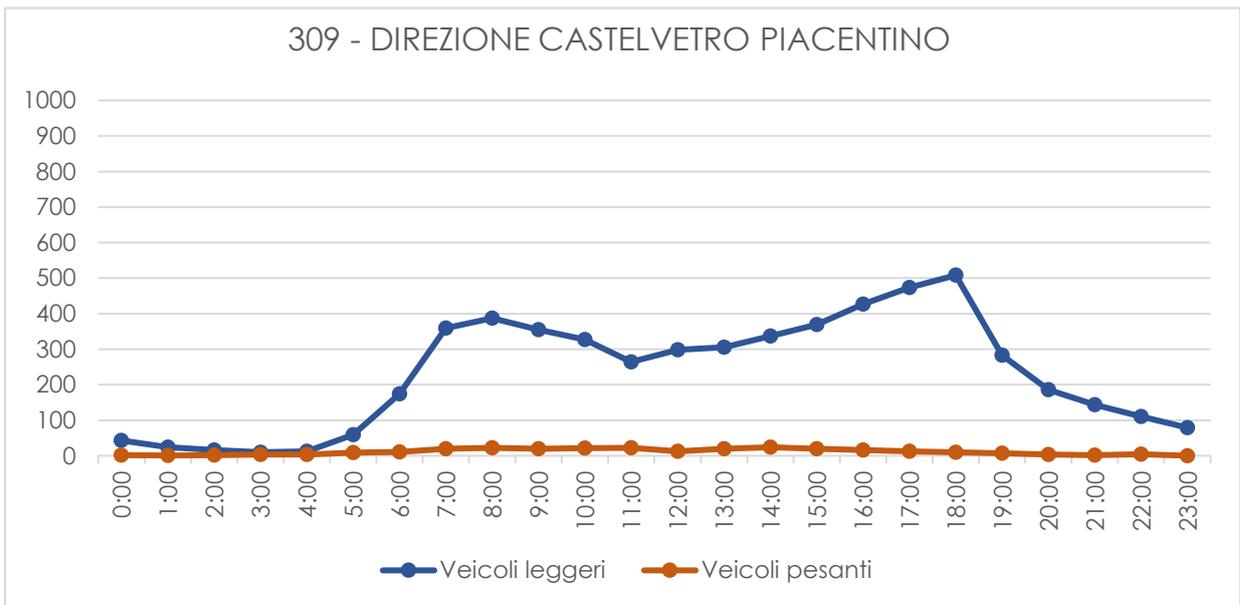


Figura 87 – andamento orario del traffico leggero e pesante di mercoledì 25 settembre, dir. Castelvetro Piacentino

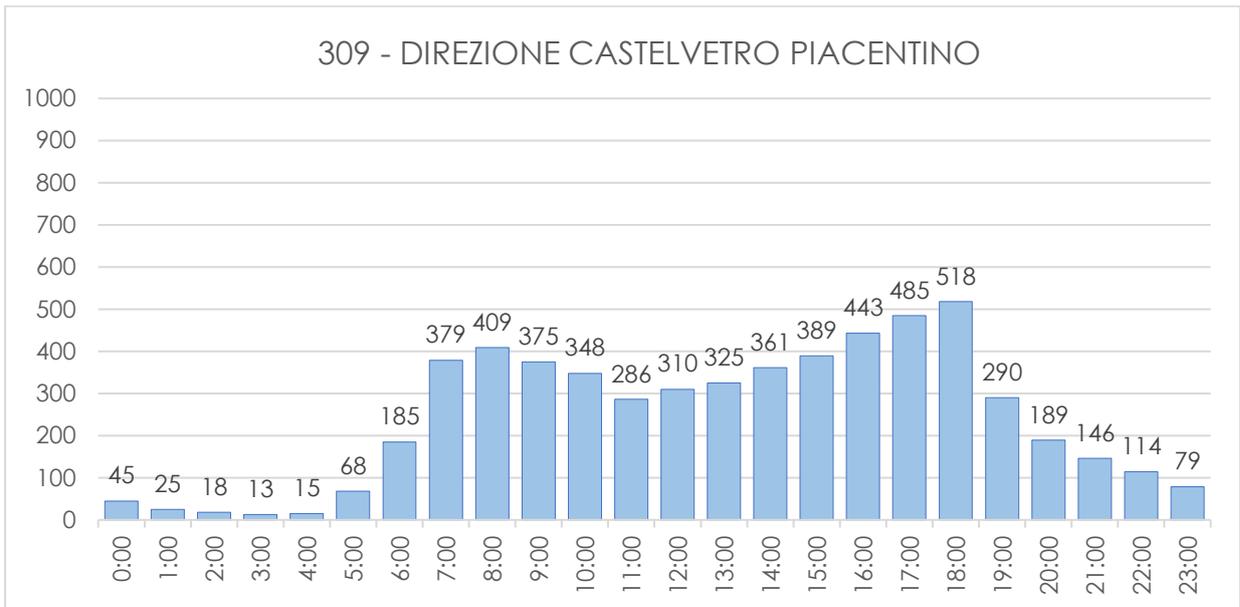


Figura 88 – andamento orario totale di mercoledì 25 settembre, dir. Castelvetro Piacentino

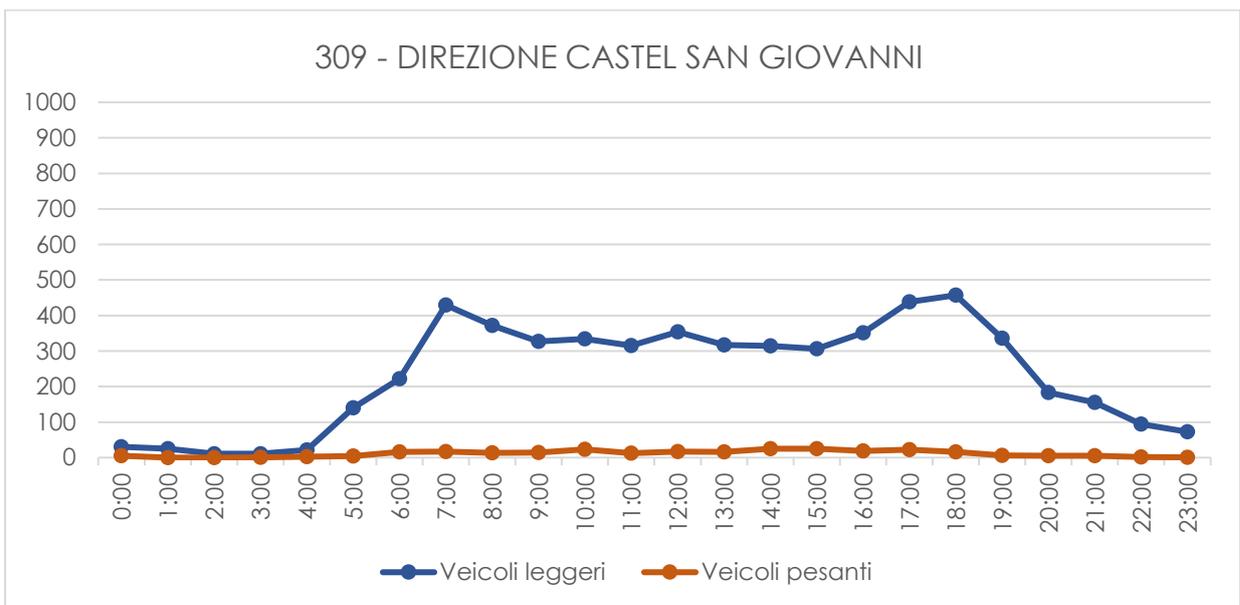


Figura 89 – andamento orario del traffico leggero e pesante di mercoledì 25 settembre, dir. Castel San Giovanni

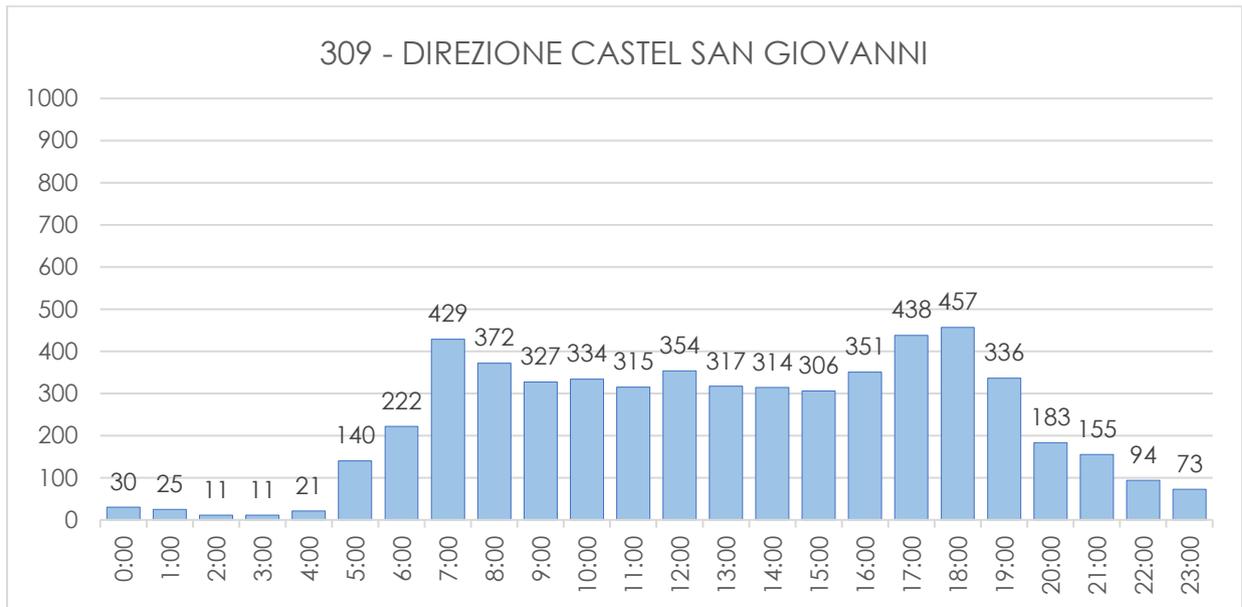


Figura 90 – andamento orario totale di mercoledì 25 settembre, dir. Castel San Giovanni

Postazione 389

Per la postazione 389 è stato scelto il mese di aprile come periodo maggiormente rappresentativo del 2019.

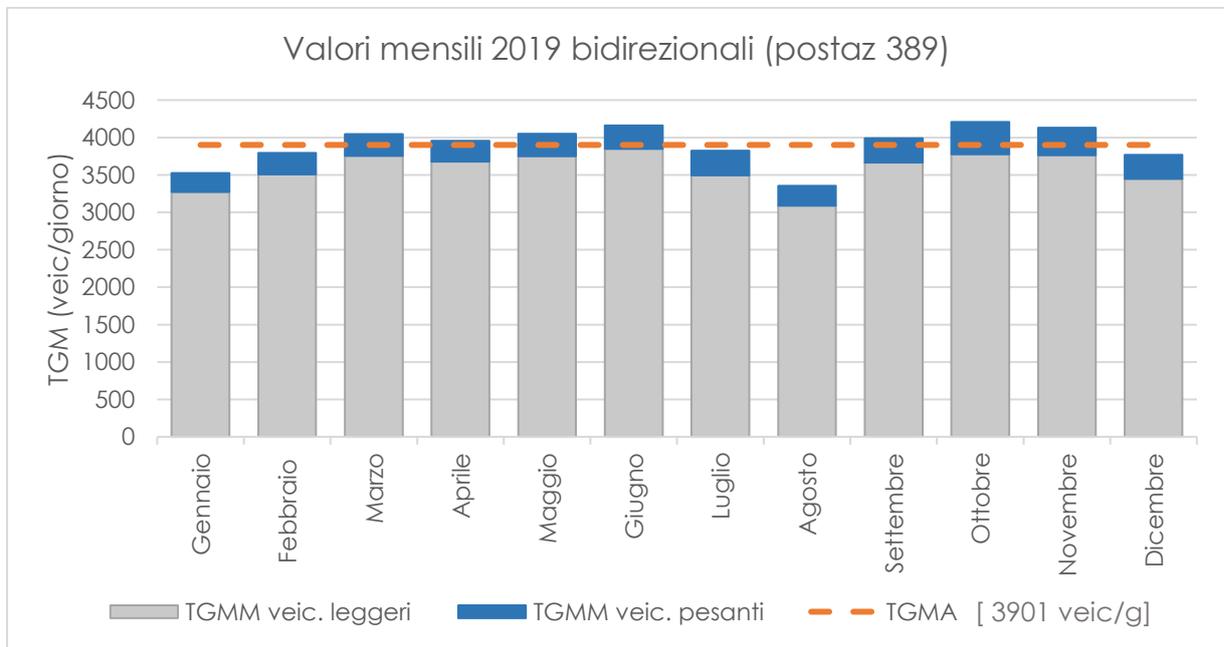


Figura 91 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 389

Analizzando l'andamento mensile di aprile il giorno neuro è stato identificato nel giorno di martedì 9 aprile.

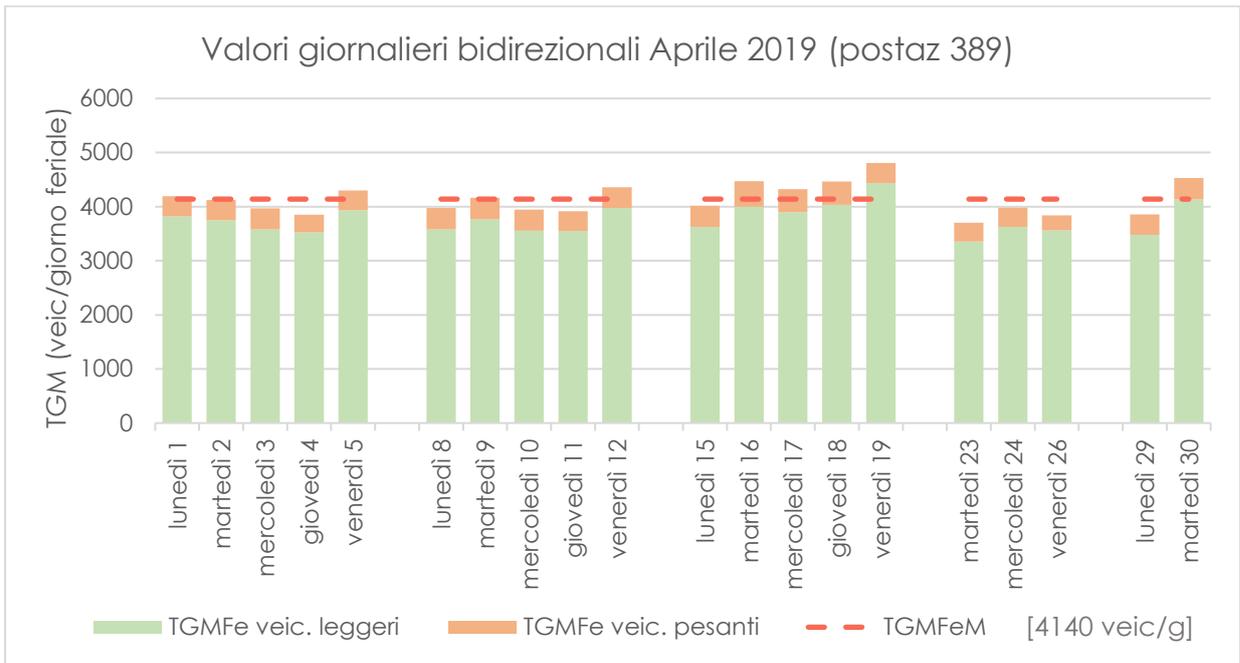


Figura 92 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 389

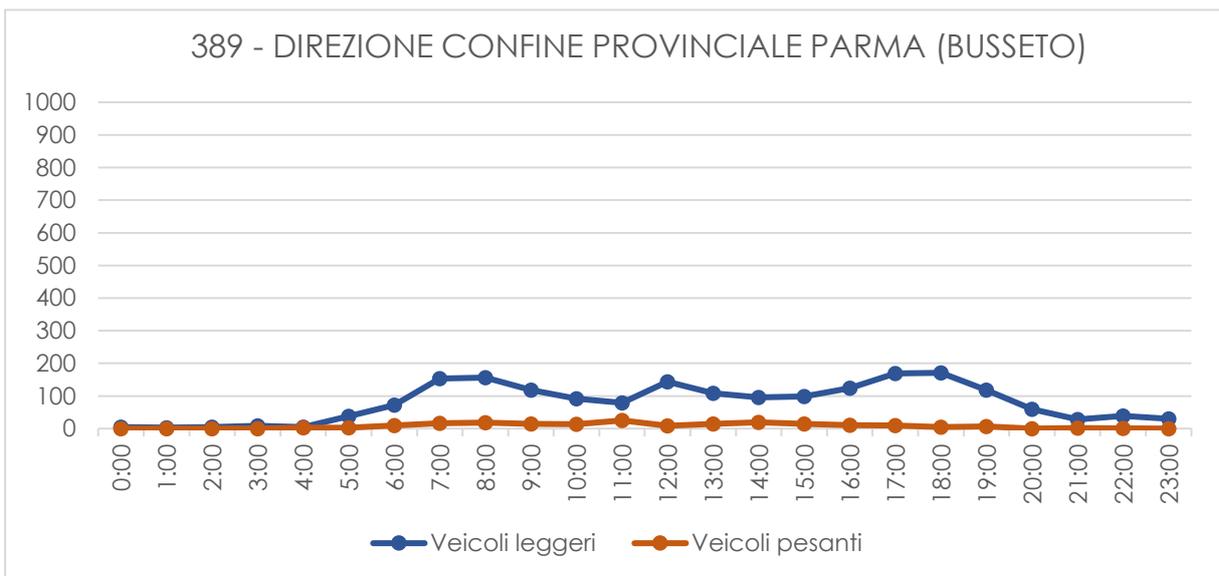


Figura 93 – andamento orario del traffico leggero e pesante di martedì 9 aprile, dir. Busseto

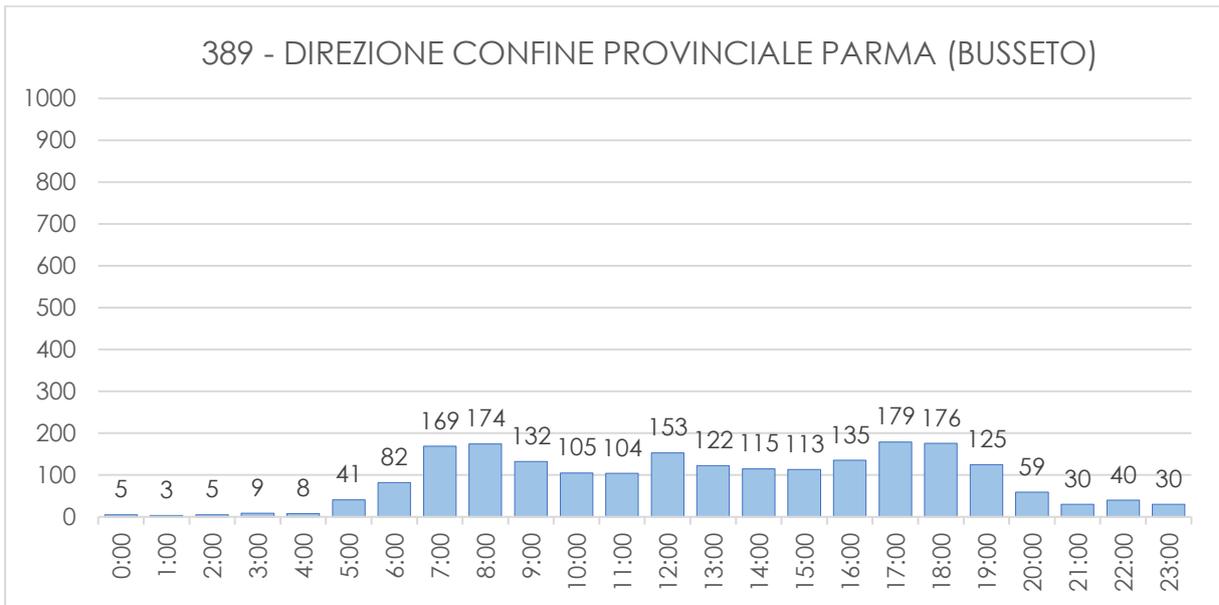


Figura 94 – andamento orario totale di martedì 9 aprile, dir. Busseto

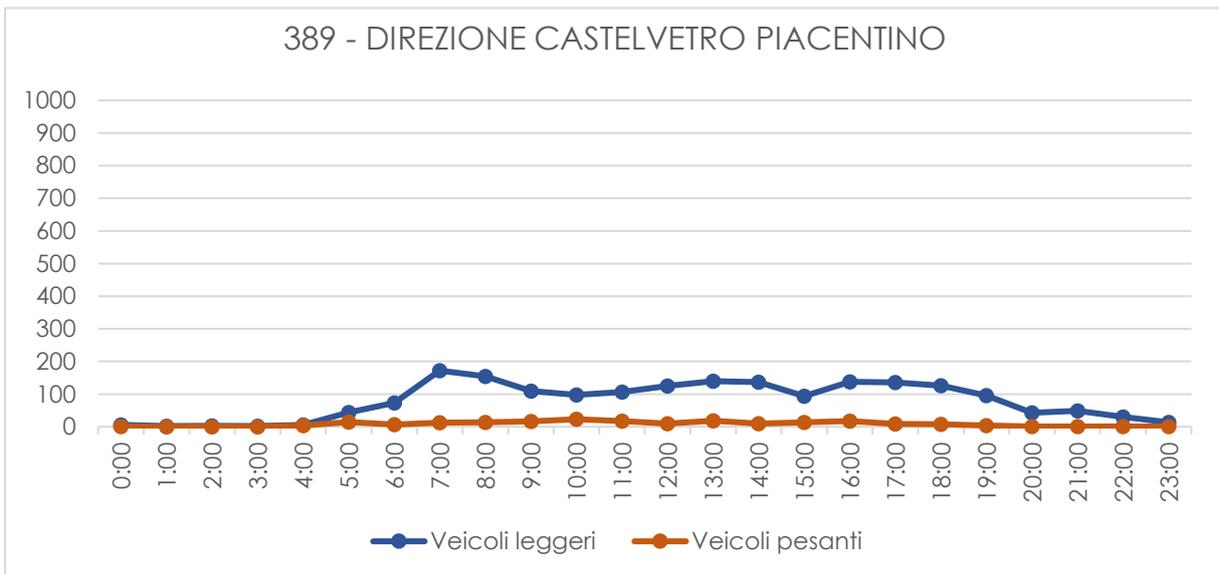


Figura 95 – andamento orario del traffico leggero e pesante di martedì 9 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

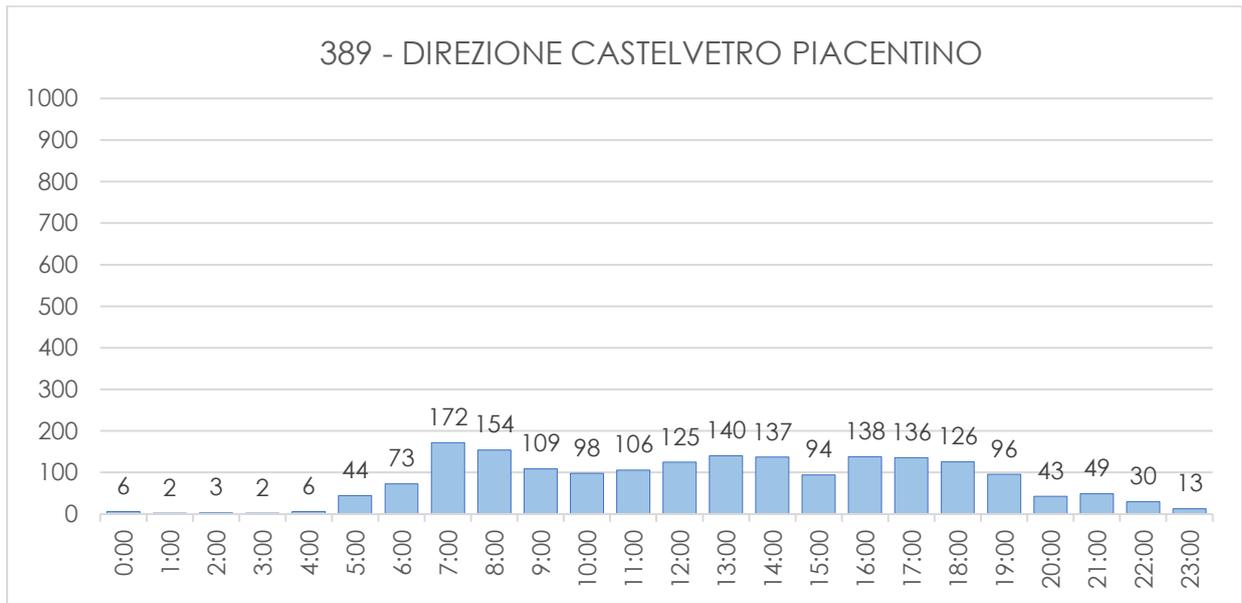


Figura 96 – andamento orario totale di martedì 9 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

Postazione 390

La postazione 390 presenta valori medi di traffico di modesta entità e il suo mese di riferimento è stato individuato in novembre.

Dall'andamento mensile il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in giovedì 14 novembre.

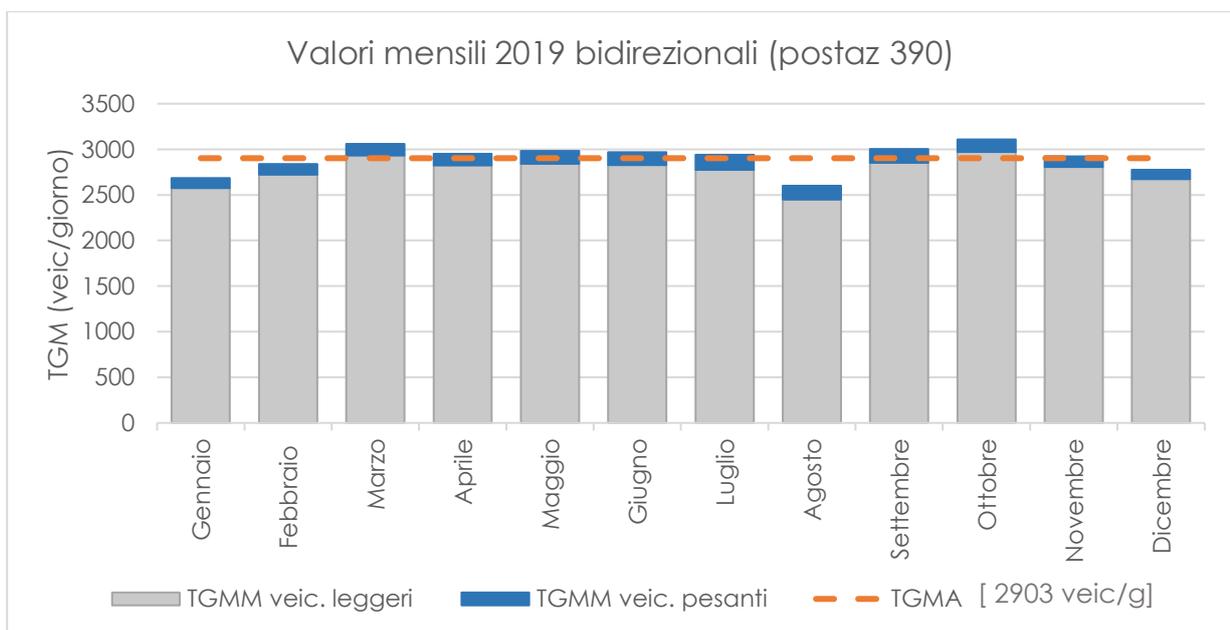


Figura 97 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 390

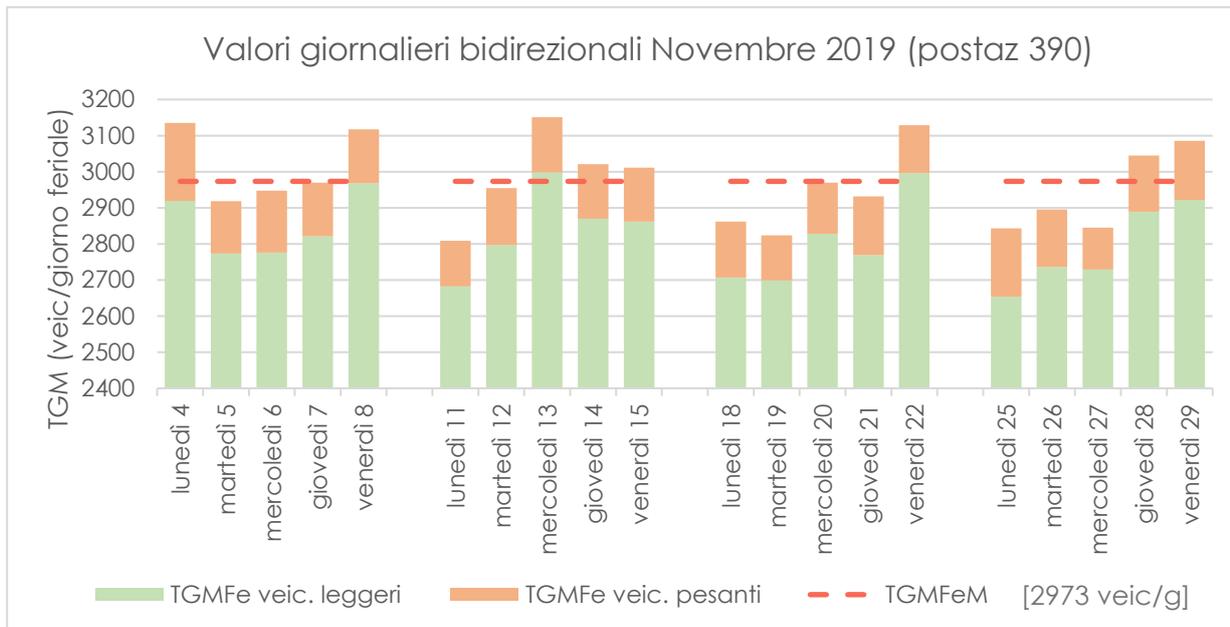


Figura 98 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 390

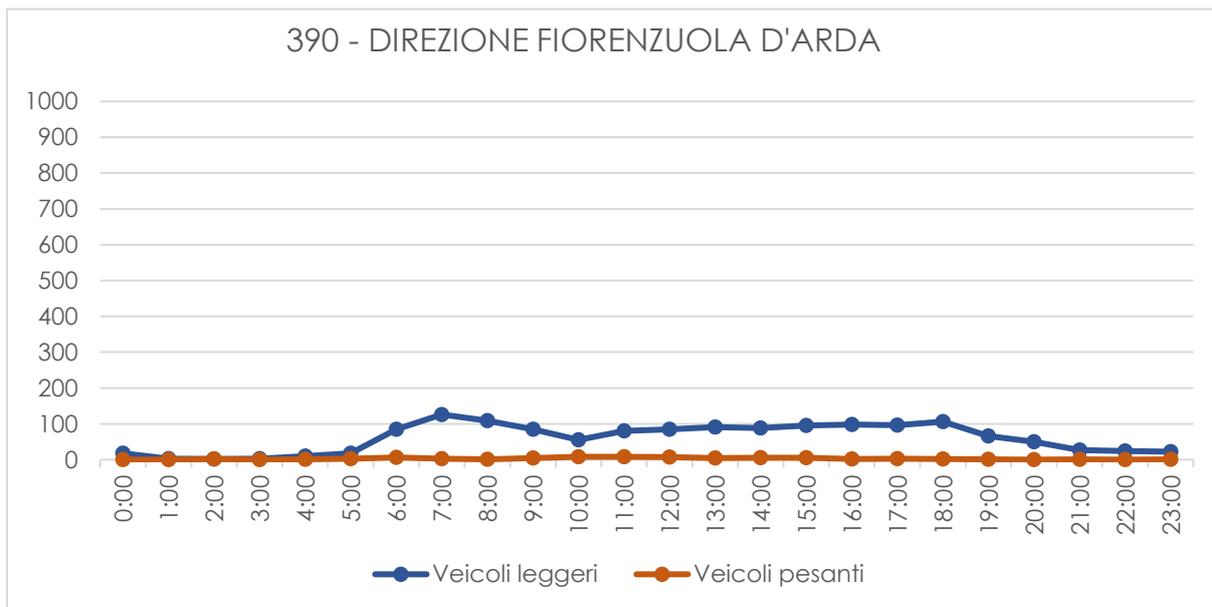


Figura 99 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 14 novembre, dir. Fiorenzuola d'Arda

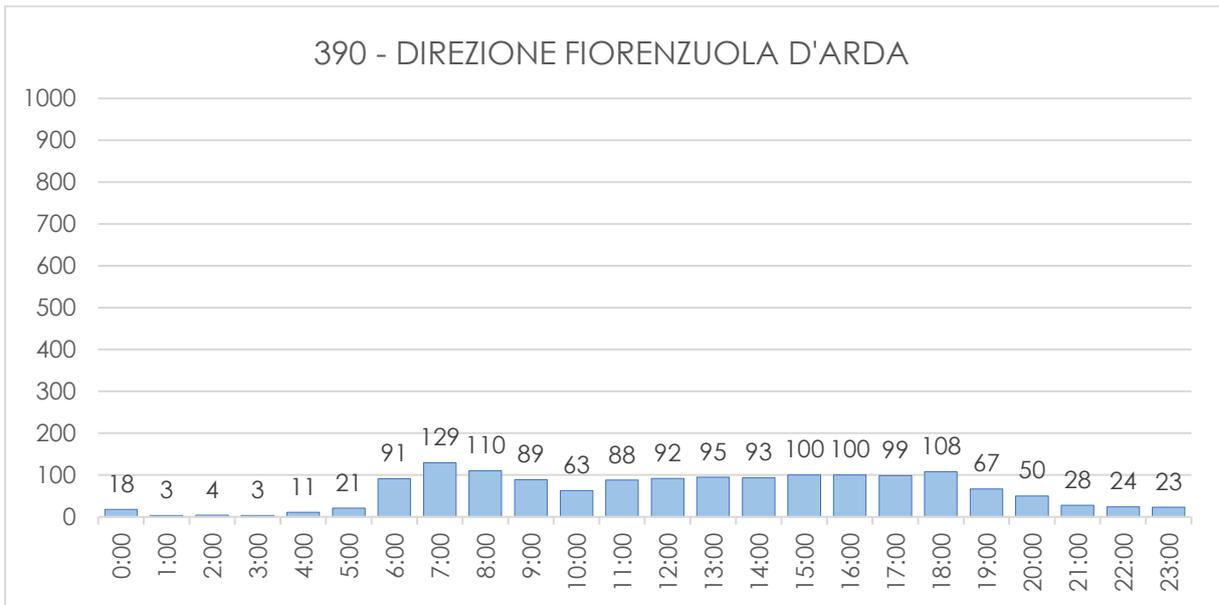


Figura 100 – andamento orario totale di giovedì 14 novembre, dir. Fiorenzuola d'Arda

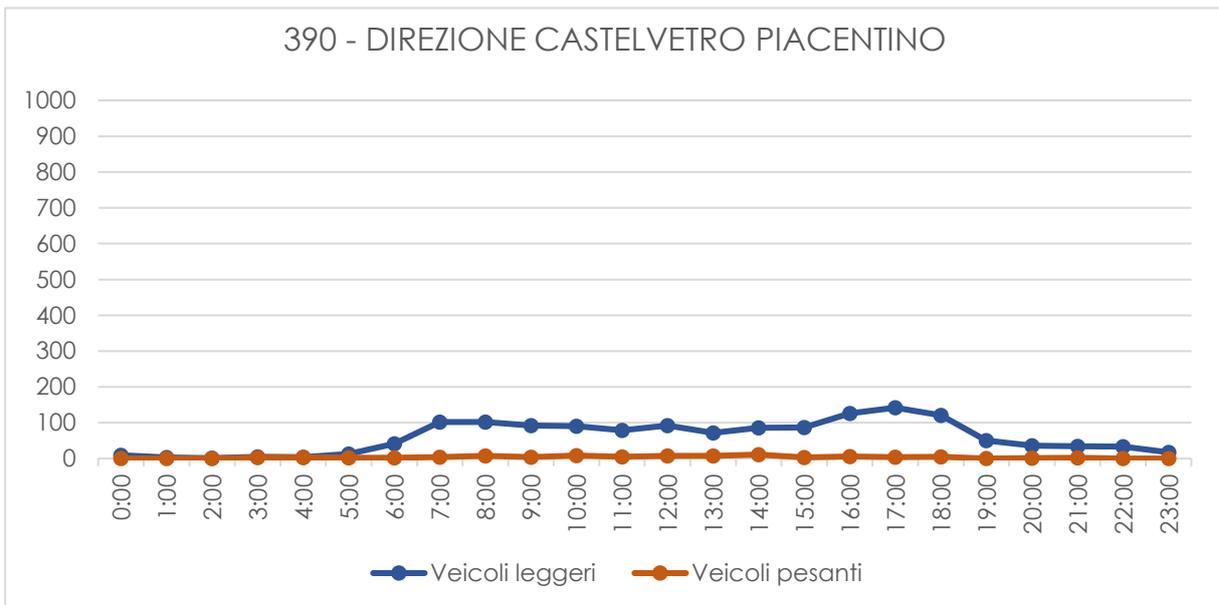


Figura 101 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 14 novembre, dir. Castelvetro Piacentino

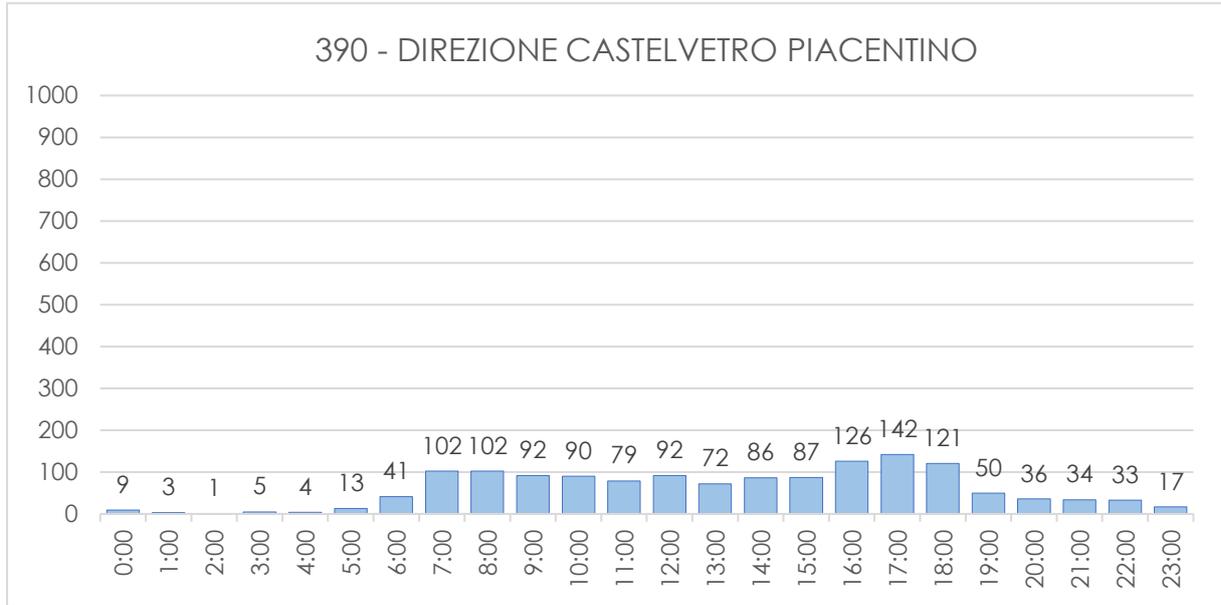


Figura 102 – andamento orario totale di giovedì 14 novembre, dir. Castelvetro Piacentino

Postazione 391

Per la postazione 391 è stato scelto il mese di settembre come periodo maggiormente rappresentativo del 2019. È stato escluso il mese di giugno del periodo estivo.

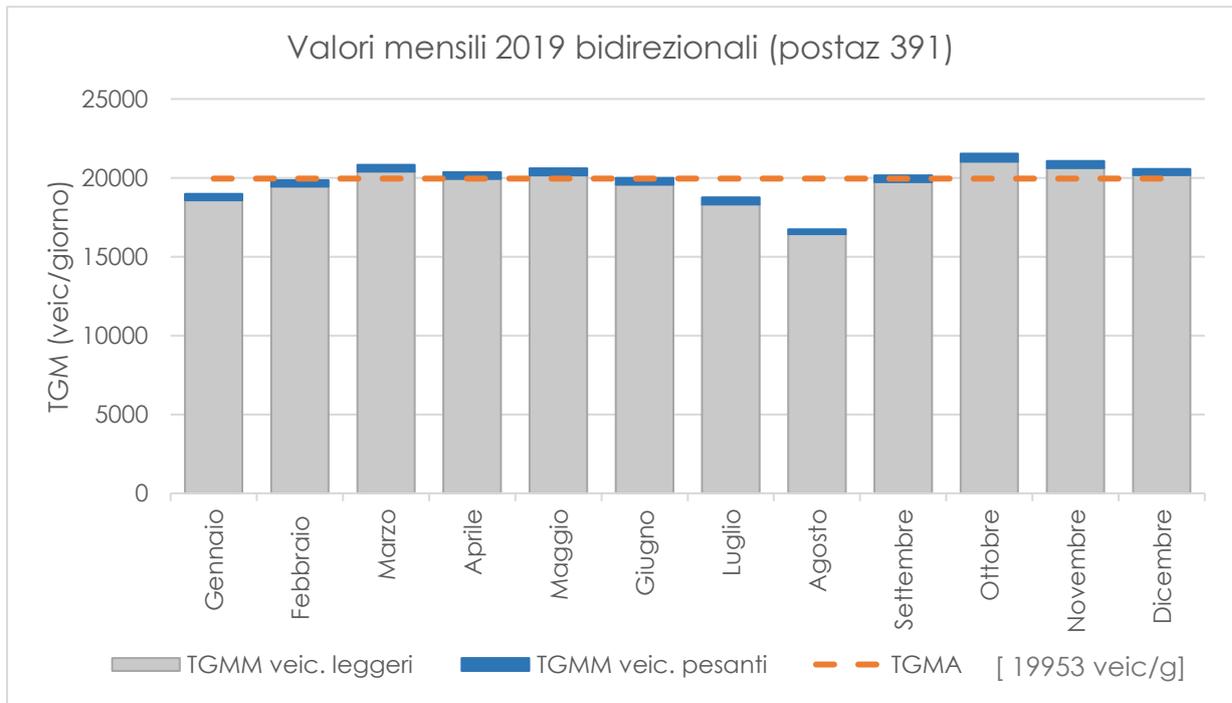


Figura 103 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 389

Analizzando l'andamento mensile di settembre il giorno neutro è stato identificato nel giorno di giovedì 12.

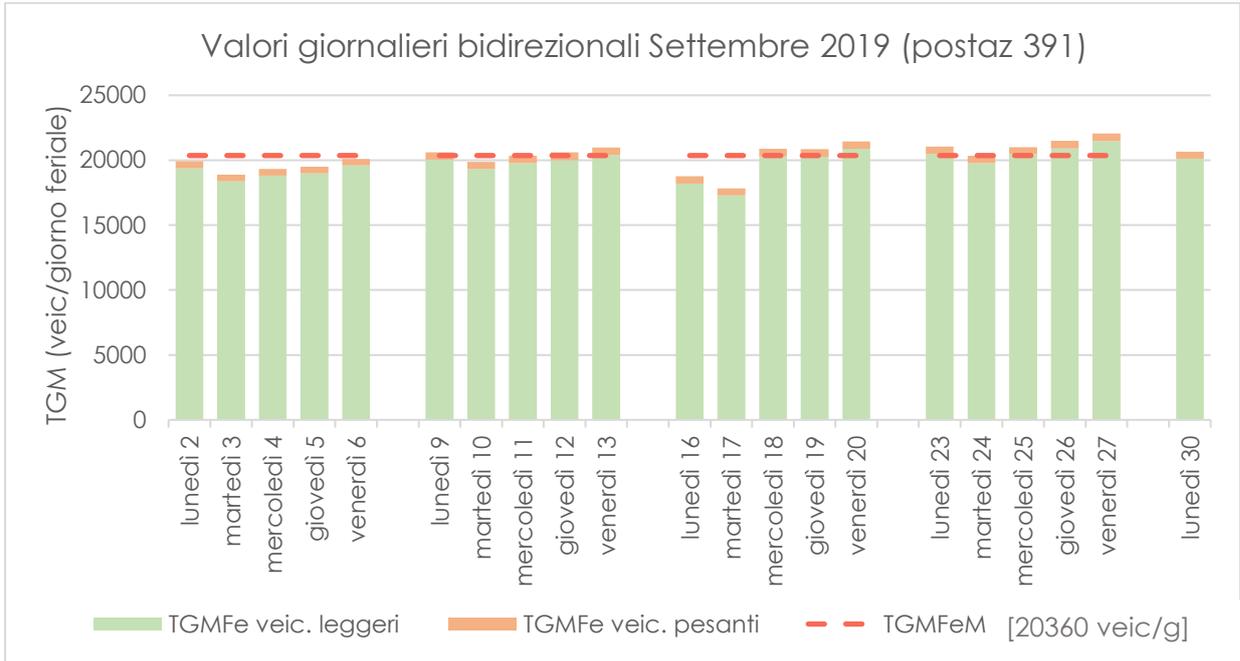


Figura 104 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 389

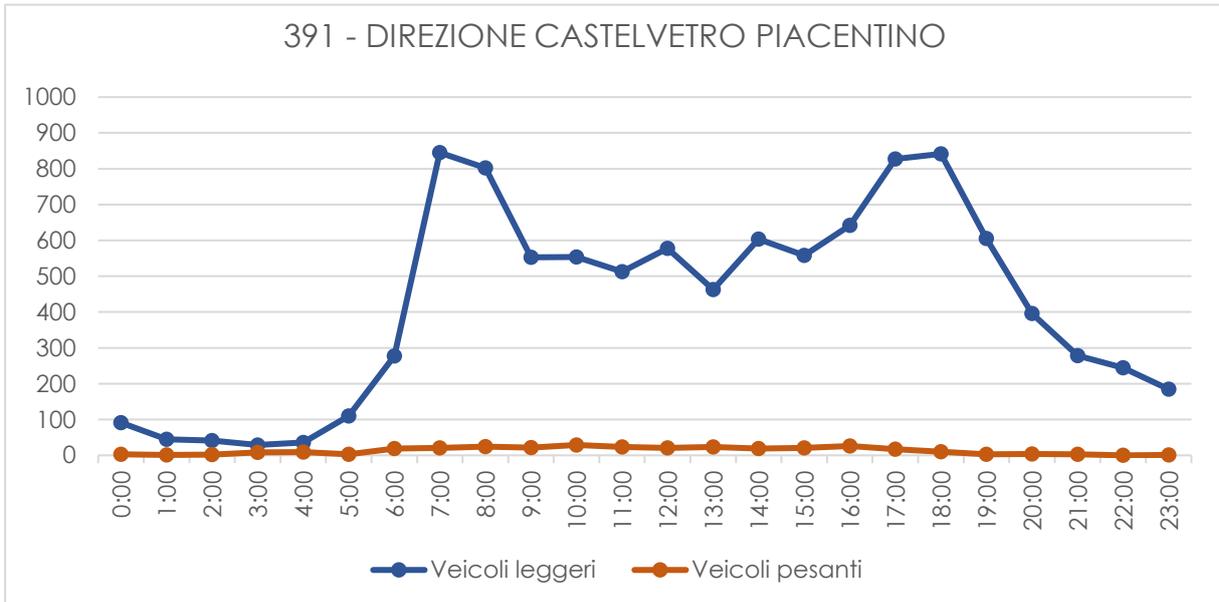


Figura 105 – andamento orario del traffico leggero e pesante di mercoledì 12 settembre, dir. Castelvetro Piacentino

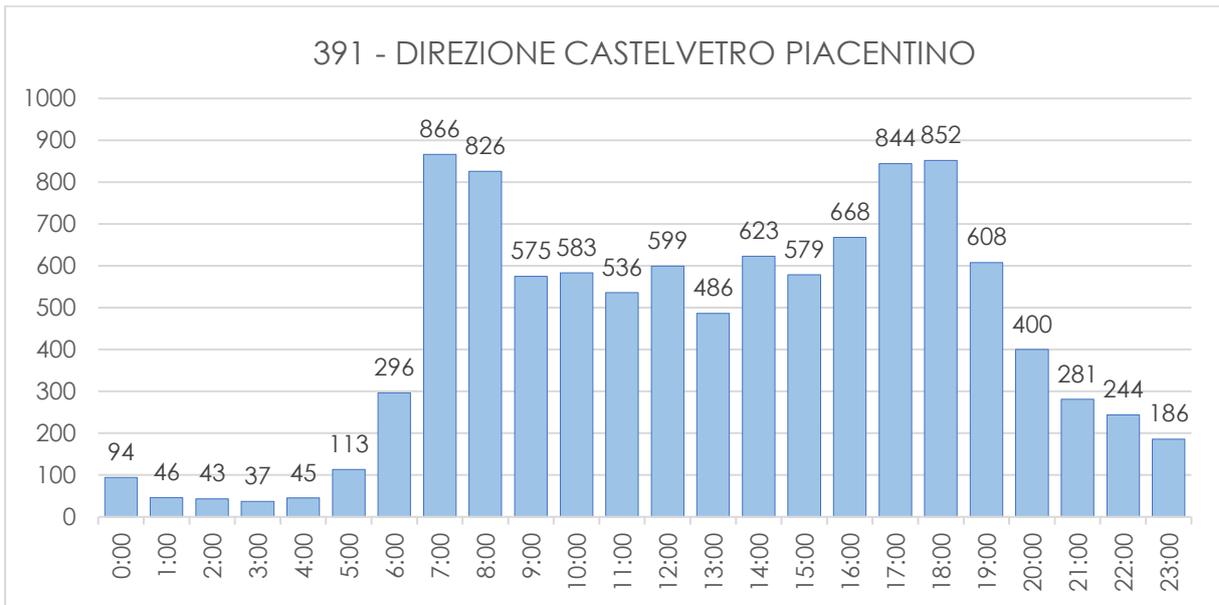


Figura 106 – andamento orario totale di mercoledì 12 settembre, dir. Castelvetro Piacentino

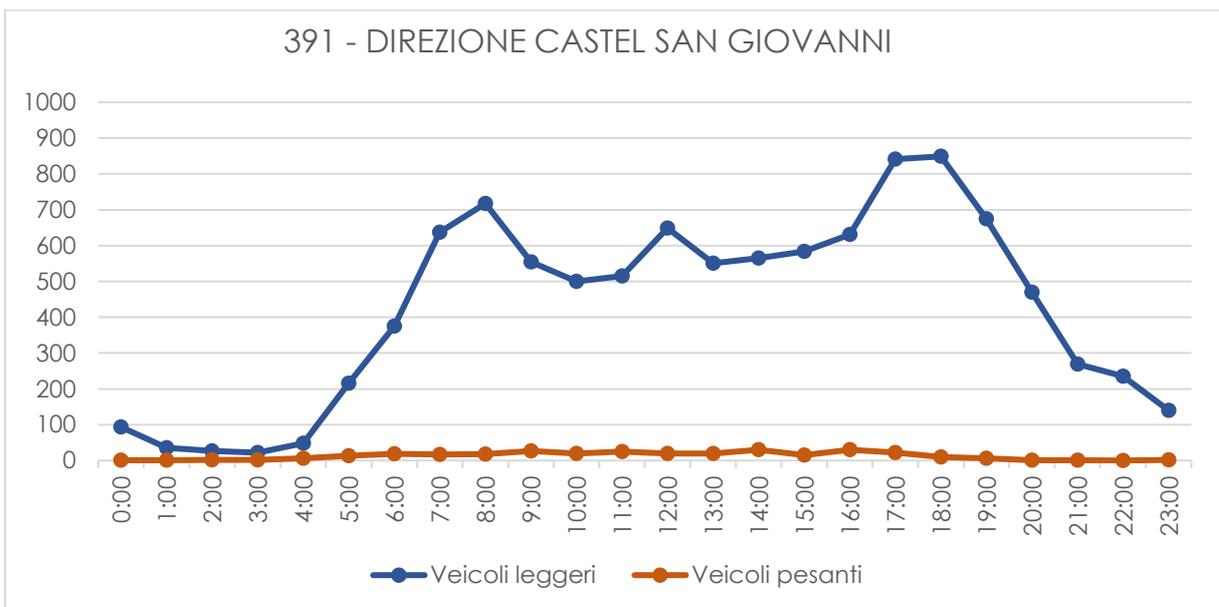


Figura 107 – andamento orario del traffico leggero e pesante di mercoledì 12 settembre, dir. Castel San Giovanni

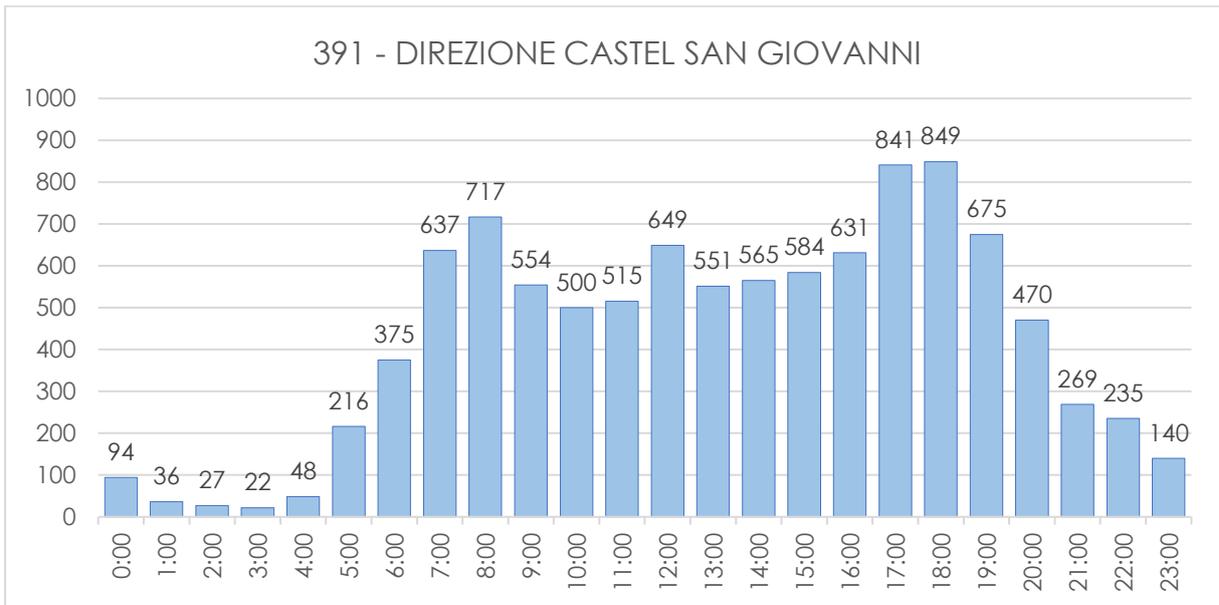


Figura 108 – andamento orario totale di mercoledì 12 settembre, dir. Castel San Giovanni

Postazione 393

Per la postazione in esame è stato scelto il mese di aprile come periodo maggiormente rappresentativo.

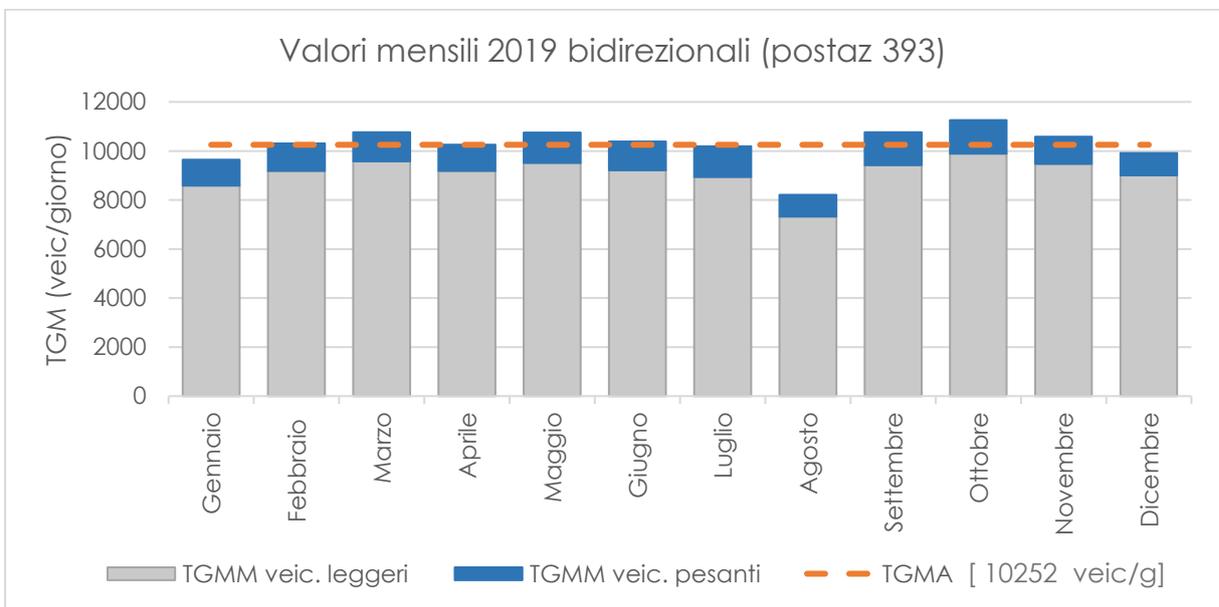


Figura 109 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 393

Nell'analisi del mese di aprile il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in martedì 2.

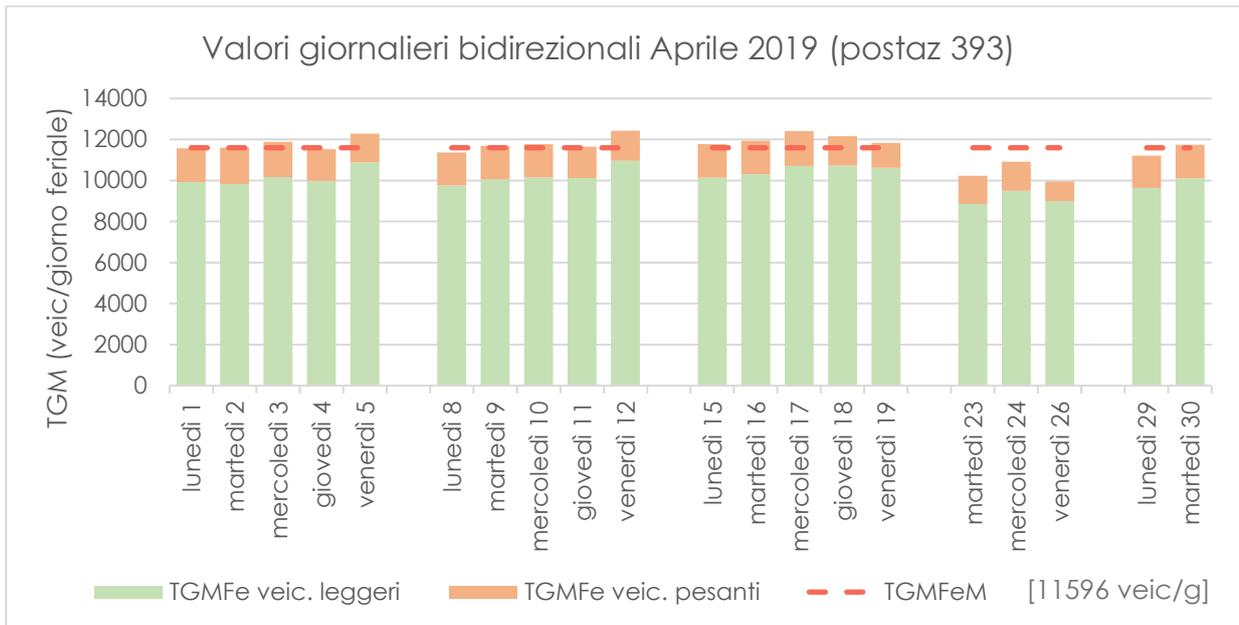


Figura 110 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 393

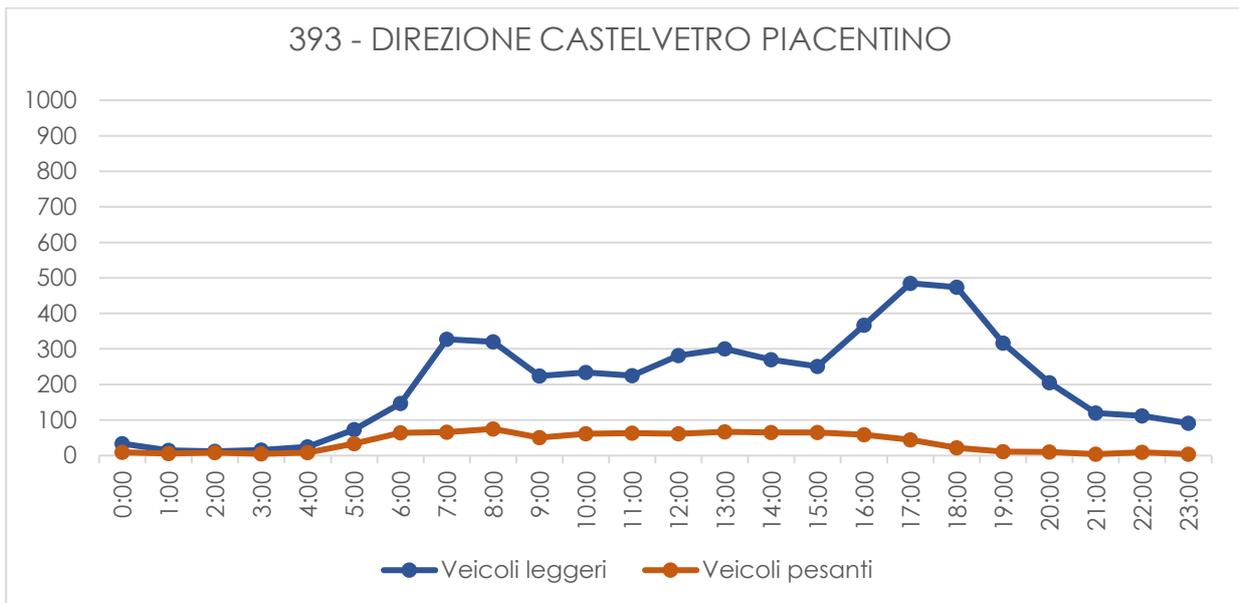


Figura 111 – andamento orario del traffico leggero e pesante di martedì 2 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

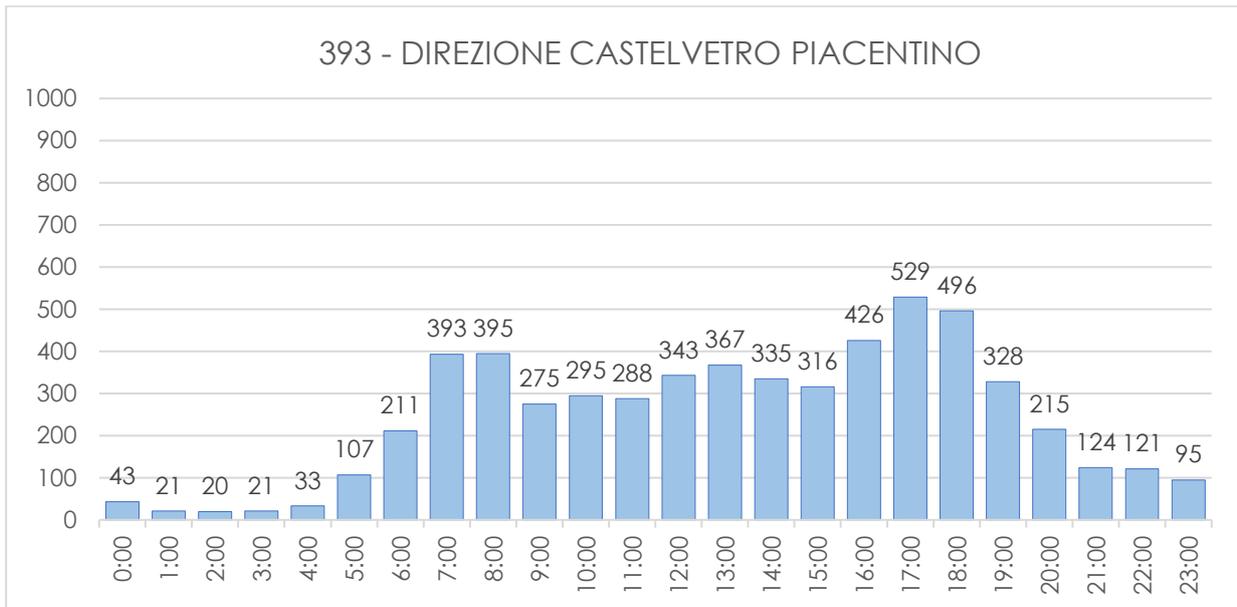


Figura 112 – andamento orario totale di martedì 2 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

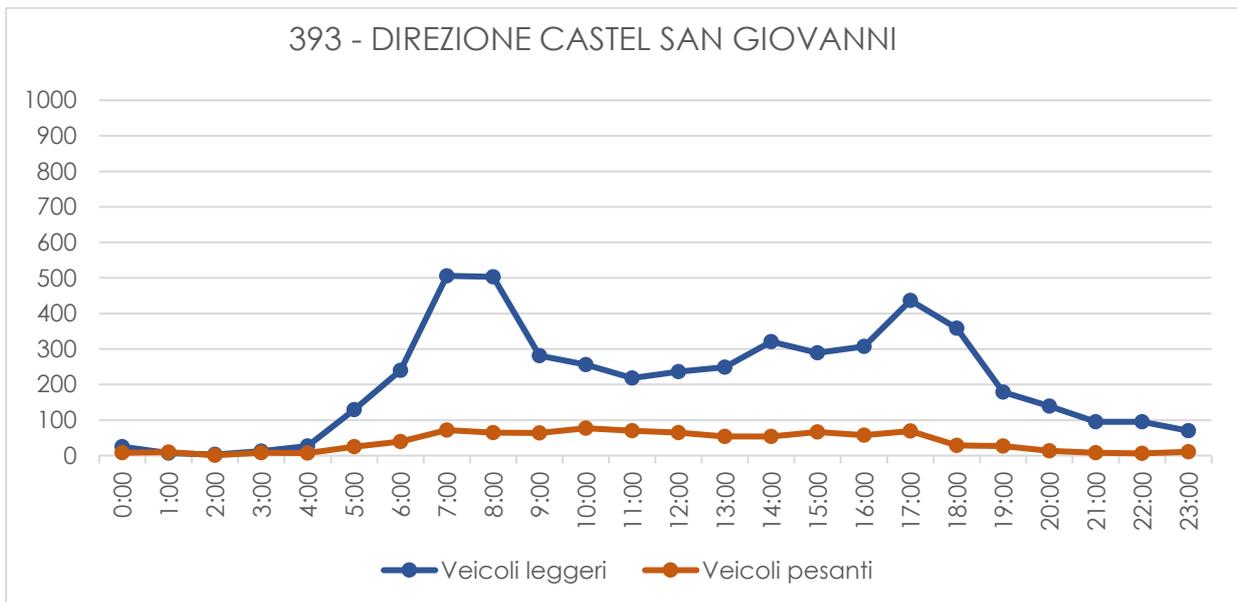


Figura 113 – andamento orario del traffico leggero e pesante di martedì 2 aprile, dir. Castel San Giovanni

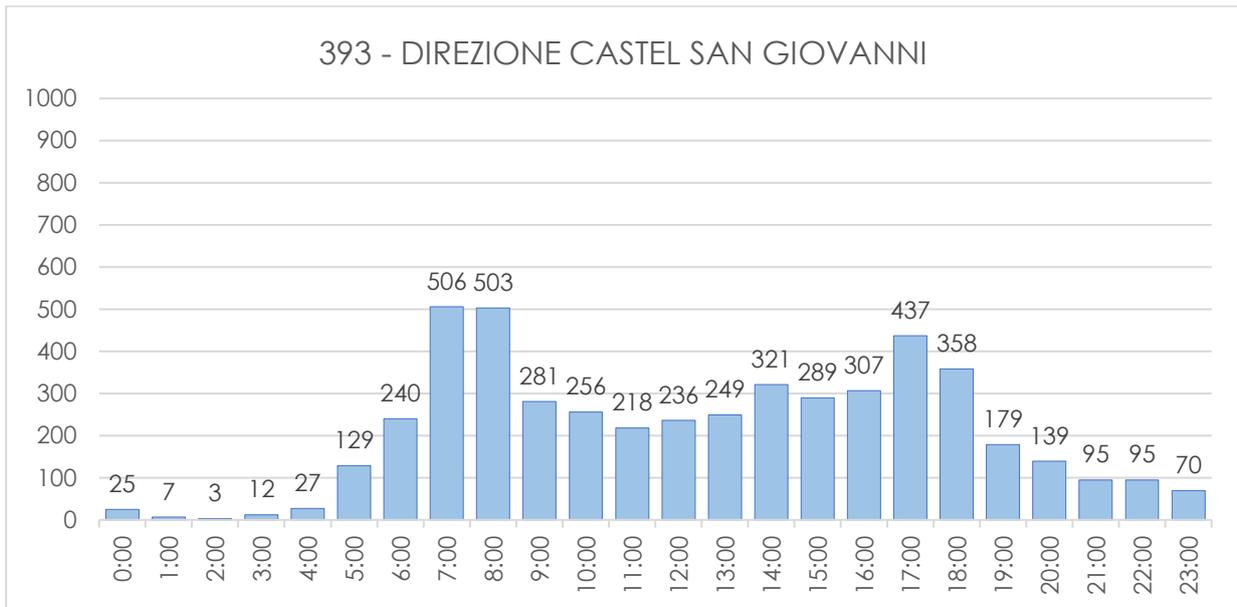


Figura 114 – andamento orario totale di martedì 2 aprile, dir. Castel San Giovanni

Postazione 614

Per la postazione in esame è stato scelto il mese di aprile come periodo maggiormente rappresentativo. È stato escluso febbraio perché presenta un numero inferiore di giorni feriali.

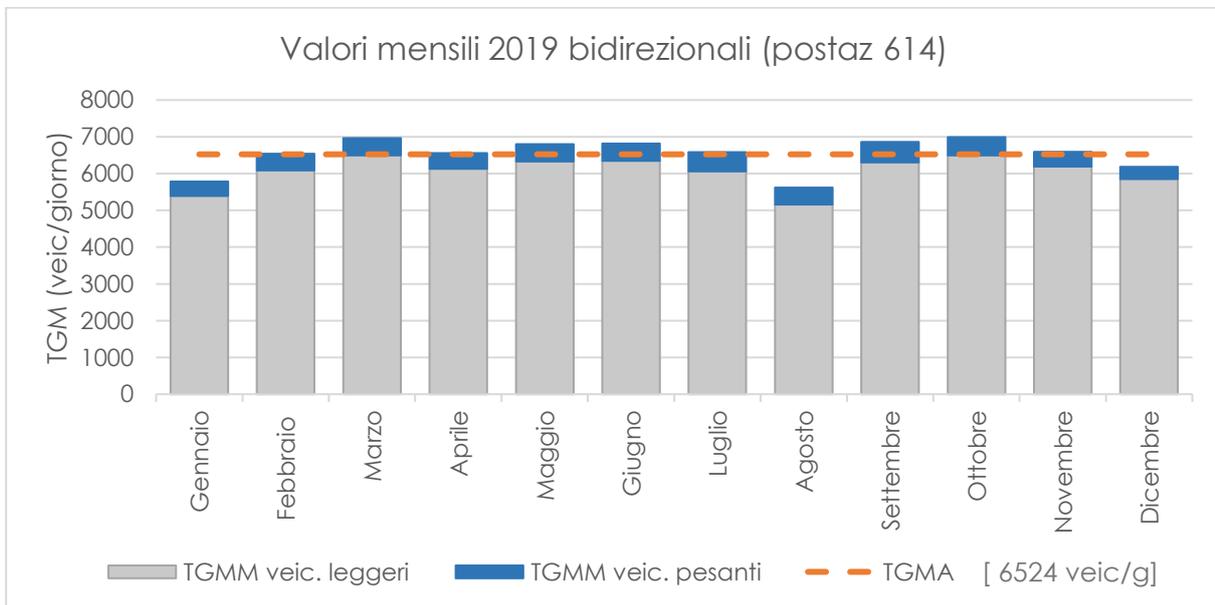


Figura 115 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 614

Nell'analisi del mese di aprile il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in giovedì 11.

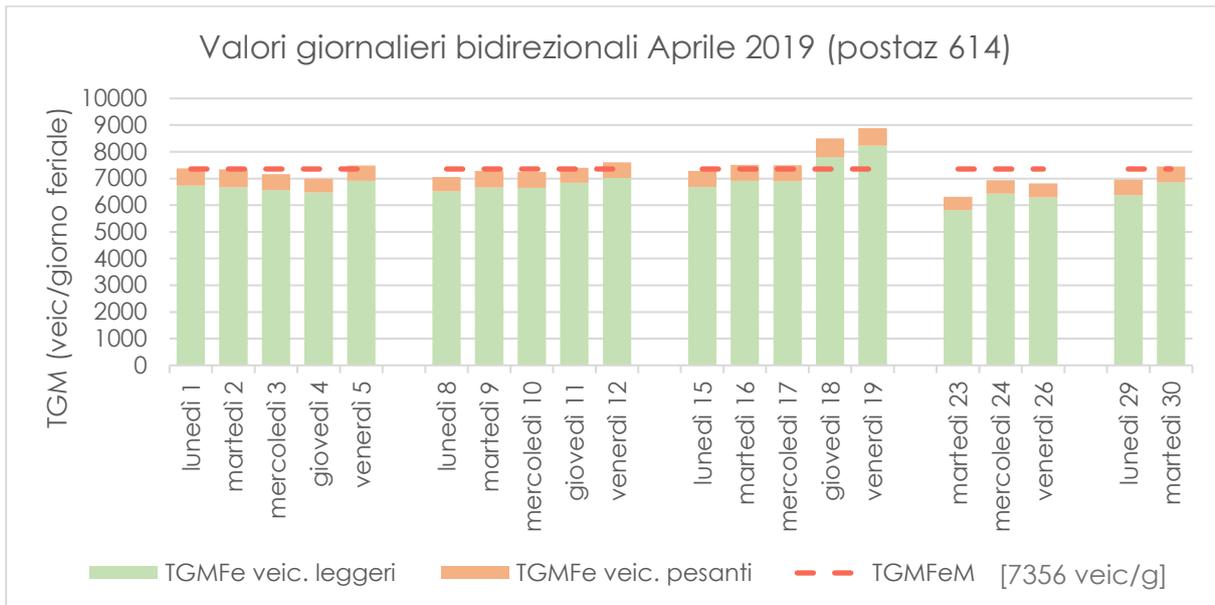


Figura 116 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 614

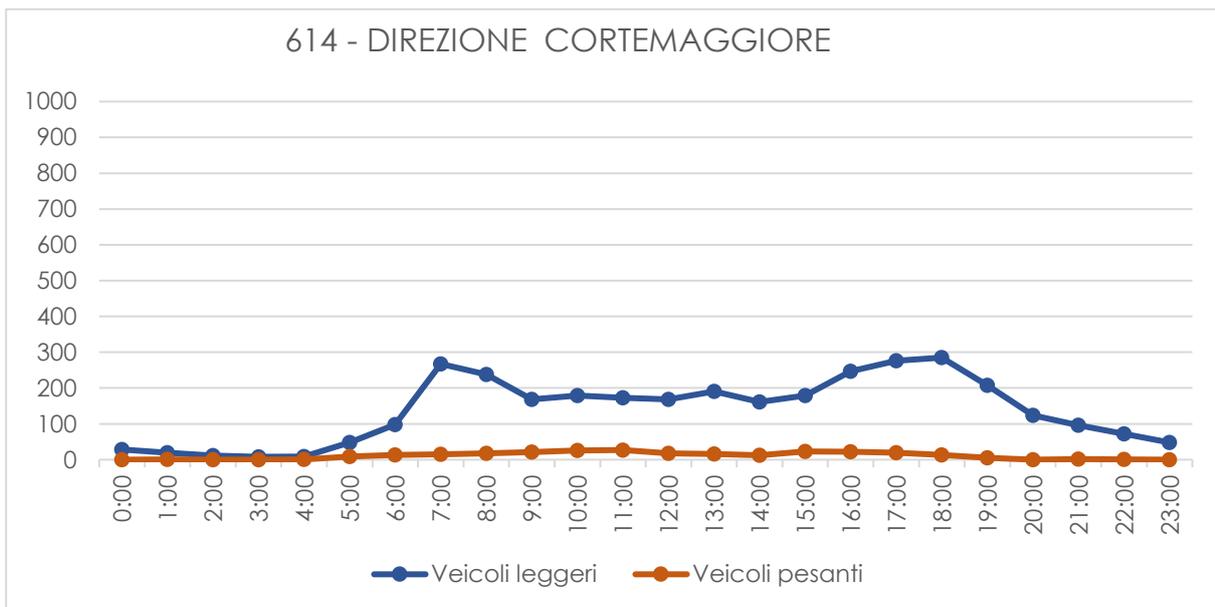


Figura 117 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 11 aprile, dir. Cortemaggiore

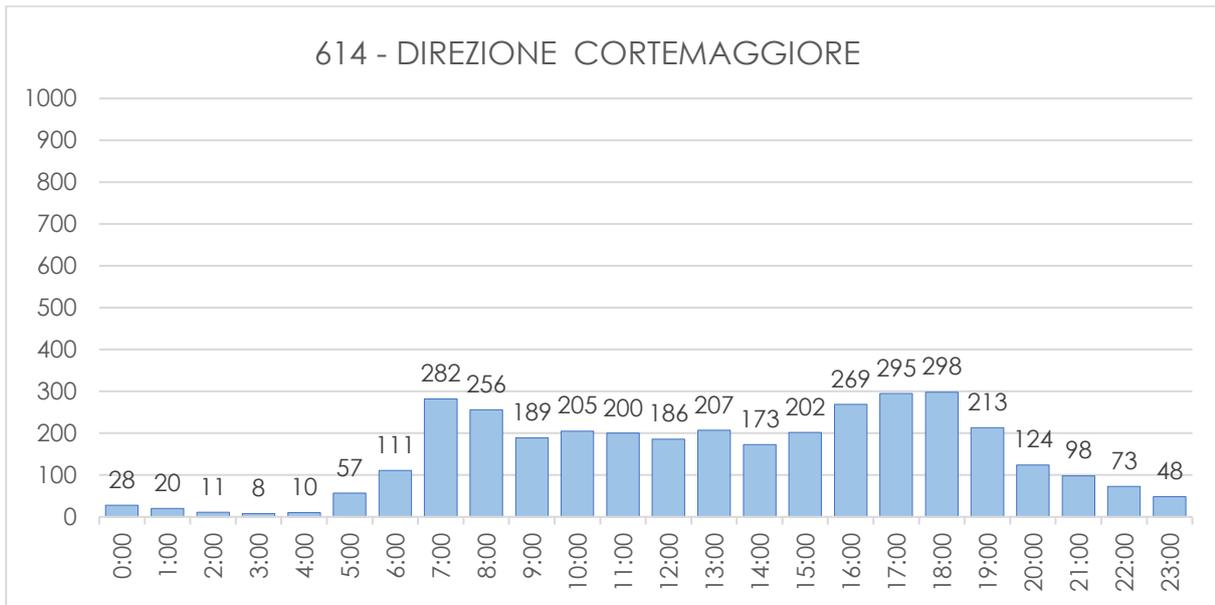


Figura 118 – andamento orario totale di giovedì 11 aprile, dir. Cortemaggiore

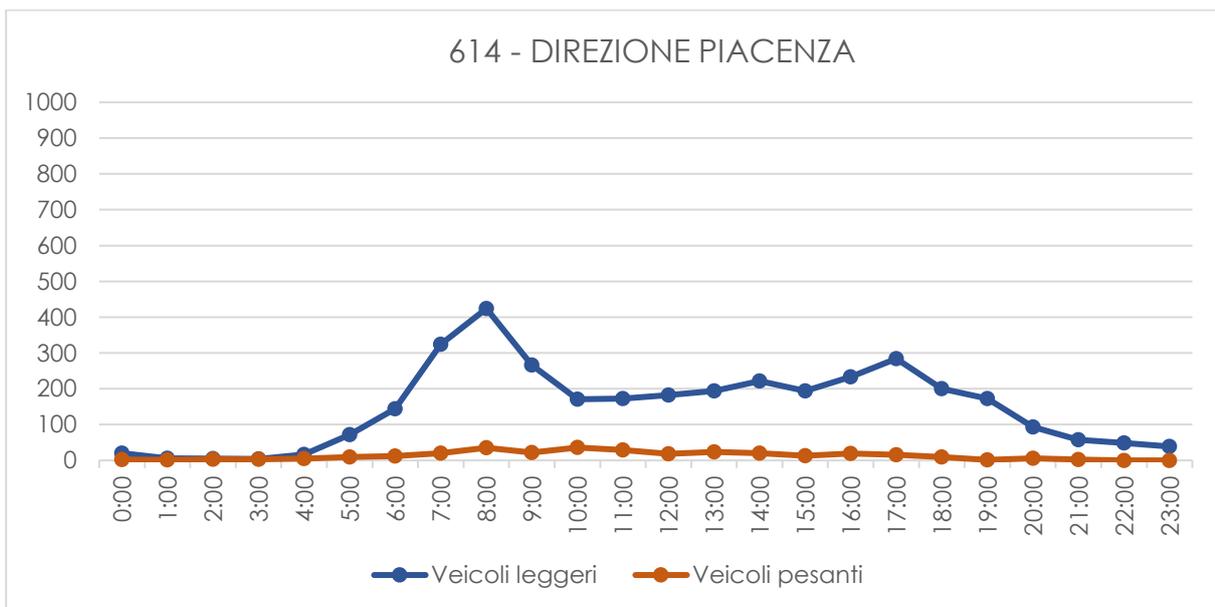


Figura 119 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 11 aprile, dir. Piacenza

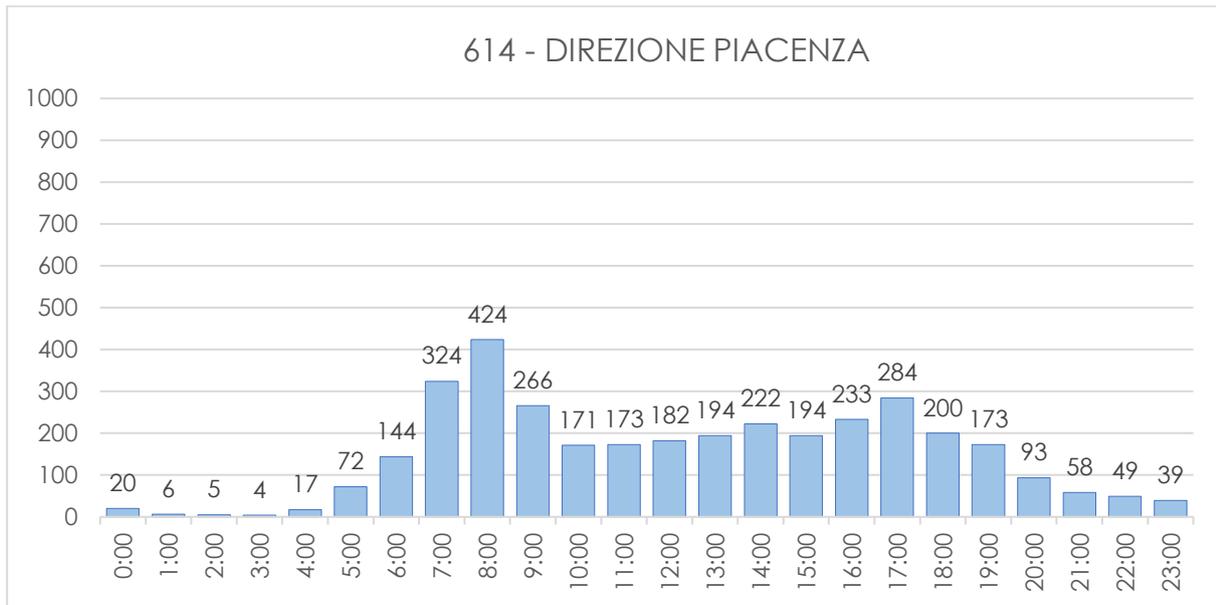


Figura 120 – andamento orario totale di giovedì 11 aprile, dir. Piacenza

Postazione 616

Per la postazione in esame è stato scelto il mese di aprile come periodo maggiormente rappresentativo.

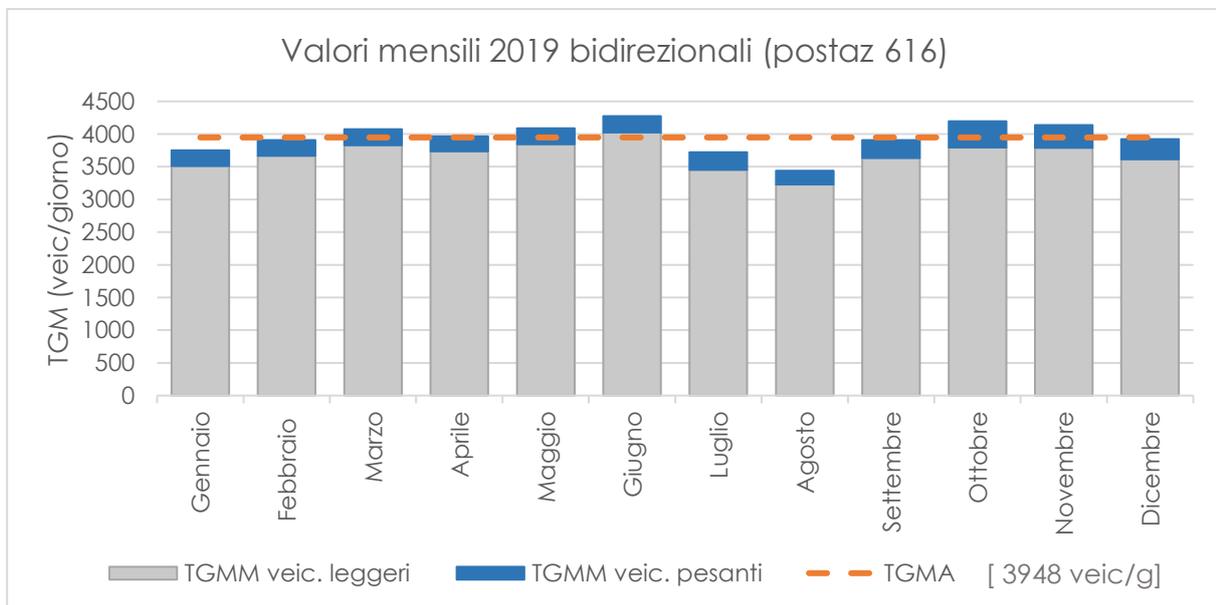


Figura 121 – andamento annuale del traffico giornaliero medio mensile bidirezionale per la postazione 616

Nell'analisi del mese di aprile il giorno maggiormente rappresentativo è stato individuato in giovedì 11. È stato escluso lunedì 1 poiché successivo ad un giorno festivo.

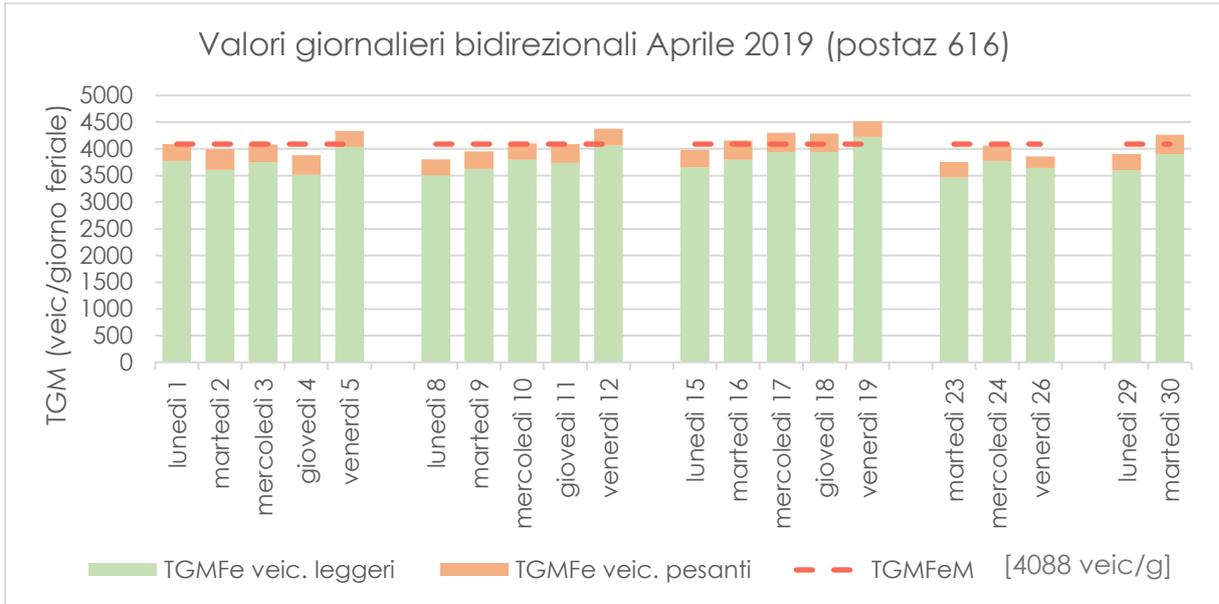


Figura 122 – andamento mensile del traffico giornaliero medio feriale bidirezionale per la postazione 616

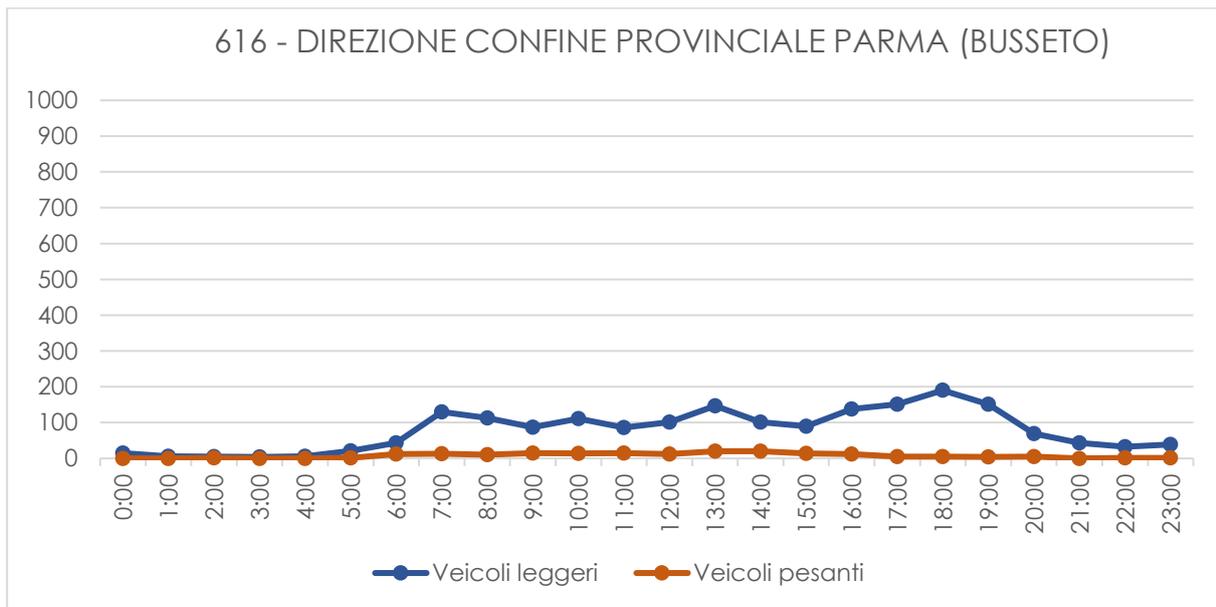


Figura 123 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 11 aprile, dir. Busseto

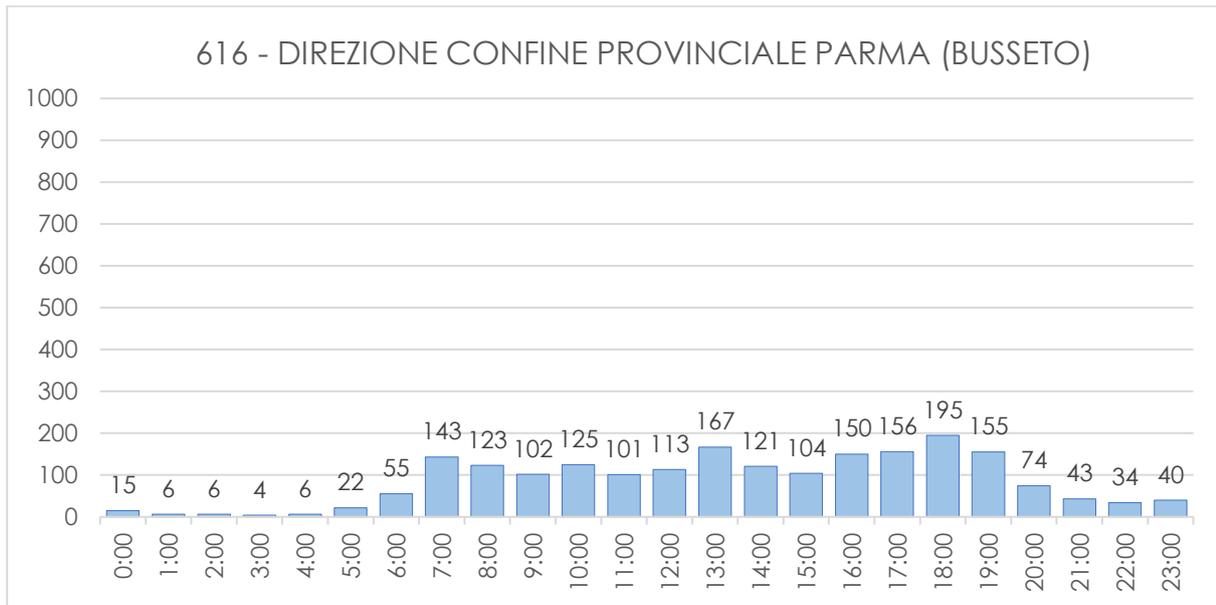


Figura 124 – andamento orario totale di giovedì 11 aprile, dir. Busseto

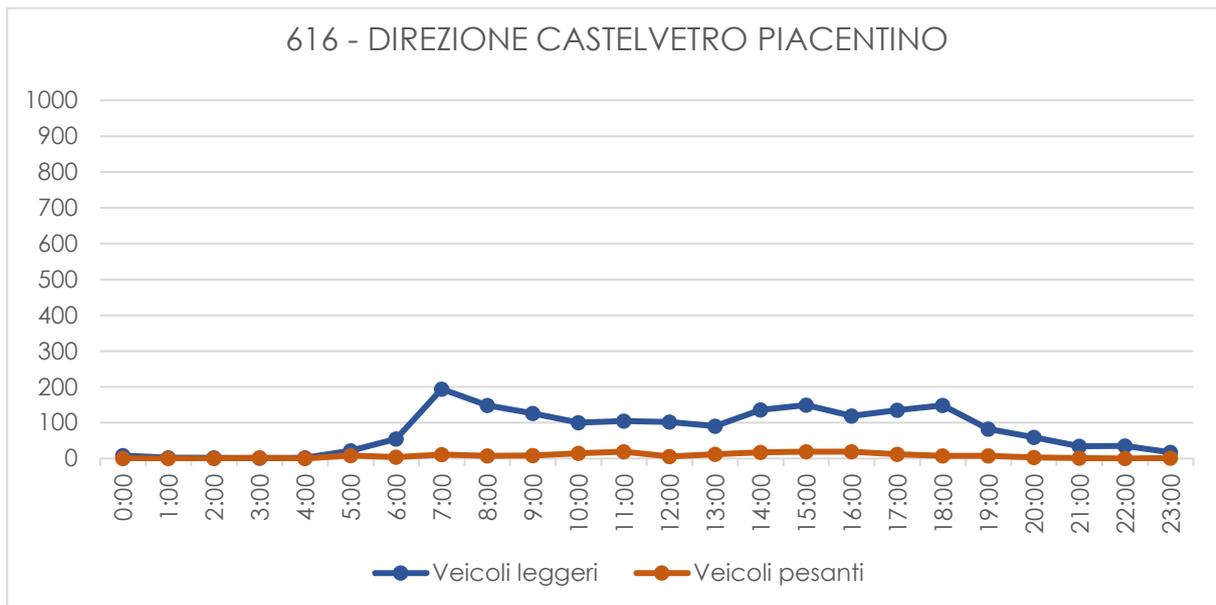


Figura 125 – andamento orario del traffico leggero e pesante di giovedì 11 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

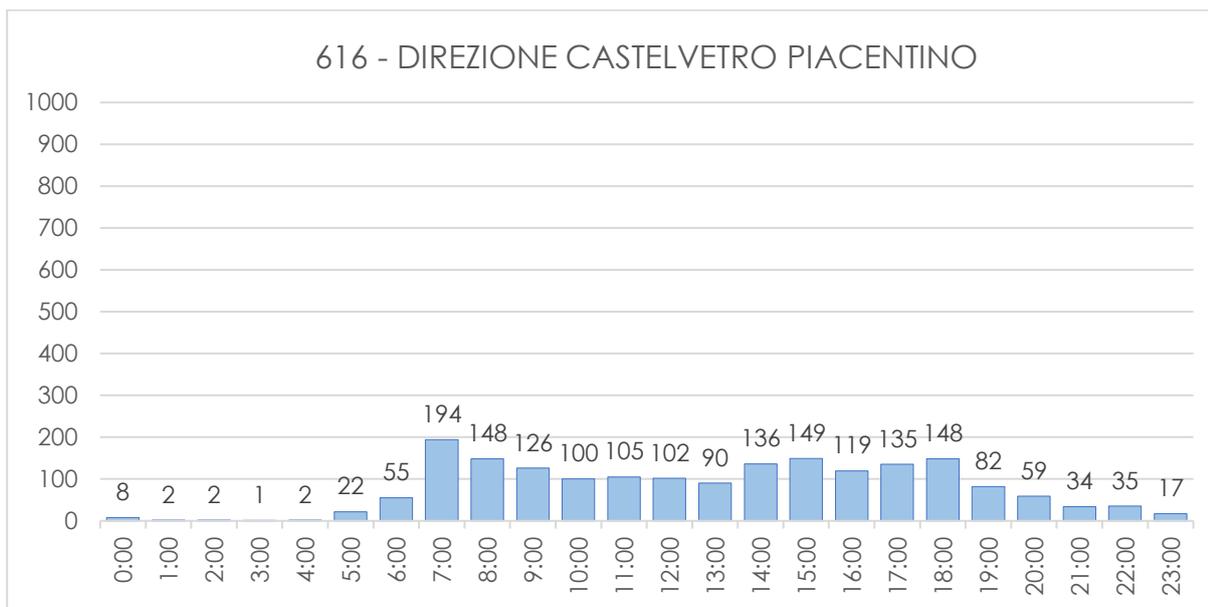


Figura 126 – andamento orario totale di giovedì 11 aprile, dir. Castelvetro Piacentino

Correzione della matrice di domanda attuale

Si riportano le differenti elaborazioni della correzione della matrice della domanda attuale: nelle successive tabelle sono riportati i valori dei flussi rilevati e simulati distinti per categoria veicolare al variare del parametro alpha. Nella prima colonna è presente il valore rilevato mentre nelle successive colonne i valori simulati al variare del parametro di correzione. Per ciascuna simulazione è calcolato in calce il coefficiente di determinazione R^2 per la validazione statistica. La matrice di domanda finale è quella con un alpha pari a 0,6.

Tabella 33 – variazione flussi Auto nel processo di correzione della Matrice OD

Postazione	dir.	Auto	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 1,0$
50	0	703.0	779.0	765.6	731.8	734.8	762.9
50	1	703.0	855.7	817.0	784.3	789.8	803.2
51	0	986.0	896.2	946.5	948.9	983.7	1042.0
51	1	986.0	928.0	926.1	928.0	955.0	994.2
128	0	462.0	465.2	444.7	426.0	413.5	416.0
128	1	719.0	671.4	667.3	687.4	697.1	727.9
300	0	302.0	386.0	343.3	320.7	310.8	324.2
300	1	260.0	344.8	307.8	287.5	270.4	279.7
309	0	332.0	300.4	317.8	325.9	333.9	335.2
309	1	380.0	345.7	370.2	378.8	381.1	364.9
389	0	124.0	104.2	124.7	130.5	134.2	136.2
389	1	150.0	130.1	146.8	154.3	161.5	170.0
390	0	104.0	90.2	105.2	108.2	107.9	138.4
390	1	90.0	69.6	75.6	79.8	84.6	122.4
391	0	369.0	455.3	423.1	401.2	383.9	383.3
391	1	356.0	244.1	292.8	318.1	336.5	359.2
393	0	296.0	399.7	390.2	374.0	363.9	344.9
393	1	464.0	471.8	450.4	460.9	457.2	446.5
614	0	235.0	221.6	223.7	228.6	236.9	253.2
614	1	351.0	237.7	265.8	295.1	317.2	345.9
616	0	111.0	60.5	80.4	86.6	87.4	96.4
616	1	161.0	106.0	125.2	132.8	136.2	144.6
R^2			0.933	0.964	0.981	0.987	0.988

Tabella 34 – variazione flussi Commerciali leggeri nel processo di correzione della Matrice OD

Postazione	dir.	Commerciali leggeri	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 1,0$
50	0	44.0	76.6	66.9	59.9	55.6	50.1
50	1	82.0	104.4	100.0	93.4	93.4	100.5
51	0	115.0	95.3	101.7	106.1	111.6	119.1
51	1	115.0	110.6	110.2	107.9	112.4	119.2
128	0	78.0	63.0	64.0	63.1	62.7	64.8
128	1	91.0	79.1	79.7	82.7	84.7	88.9
300	0	47.0	50.9	48.6	47.3	46.7	50.3
300	1	37.0	41.6	39.2	38.0	36.5	39.0
309	0	35.0	35.0	35.3	35.4	35.6	36.7
309	1	35.0	36.0	36.9	36.5	36.2	31.7
389	0	15.0	12.7	15.4	16.4	17.2	17.3
389	1	18.0	13.1	15.4	16.6	17.4	18.6
390	0	15.0	10.0	12.8	13.9	14.4	18.8
390	1	15.0	8.2	10.3	11.9	12.9	18.8
391	0	34.0	48.7	43.3	39.5	36.6	34.9
391	1	28.0	21.2	23.9	25.5	26.8	28.1
393	0	37.0	54.3	56.3	55.1	54.0	50.9
393	1	51.0	55.5	53.6	54.9	53.3	48.7
614	0	22.0	24.7	23.4	23.0	23.6	26.8
614	1	27.0	22.6	22.2	23.6	26.0	25.0
616	0	16.0	7.4	10.3	11.6	12.1	12.8
616	1	13.0	9.2	10.8	11.6	12.4	12.4
R²			0.859	0.909	0.942	0.958	0.965

Tabella 35 – variazione flussi Pesanti nel processo di correzione della Matrice OD

Postazione	dir.	Pesanti	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 1,0$
50	0	22.0	42.6	36.8	32.9	30.1	28.0
50	1	47.0	57.4	55.9	53.3	54.3	59.2
51	0	66.0	53.9	58.1	60.1	63.5	69.8
51	1	66.0	62.1	63.1	61.7	64.9	68.1
128	0	38.0	45.0	48.6	48.1	48.9	48.5
128	1	62.0	52.4	56.2	61.6	63.4	64.8
300	0	29.0	30.9	30.2	29.5	29.1	30.4
300	1	39.0	34.7	36.5	37.6	37.6	40.7
309	0	15.0	12.9	13.5	14.2	14.8	15.5
309	1	10.0	11.0	11.3	11.3	10.8	9.8
389	0	9.0	7.5	9.1	9.5	9.8	9.7
389	1	10.0	7.0	8.2	8.6	9.2	9.9
390	0	1.0	2.5	2.4	2.4	2.7	4.9
390	1	3.0	2.3	2.3	2.4	3.0	8.9
391	0	6.0	23.4	17.6	13.4	9.6	6.7
391	1	6.0	7.4	6.8	6.5	6.2	5.9
393	0	59.0	39.7	44.5	45.0	45.7	46.2
393	1	57.0	37.3	39.1	43.9	48.9	52.2
614	0	13.0	14.4	13.6	13.4	14.1	16.1
614	1	23.0	18.9	19.8	20.9	23.2	21.8
616	0	7.0	3.5	4.8	5.2	5.4	5.8
616	1	6.0	4.8	5.5	5.8	6.2	5.9
R²			0.825	0.893	0.934	0.955	0.954

Tabella 36 – variazione flussi Totali nel processo di correzione della Matrice OD

Postazione	dir.	Totale	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 1,0$
50	0	769.0	898.2	869.4	824.6	820.5	841.1
50	1	832.0	1017.6	972.8	931.0	937.6	962.9
51	0	1167.0	1045.4	1106.3	1115.1	1158.8	1230.9
51	1	1167.0	1100.7	1099.4	1097.6	1132.3	1181.5
128	0	578.0	573.1	557.3	537.2	525.1	529.3
128	1	872.0	802.9	803.2	831.8	845.2	881.6
300	0	378.0	467.8	422.1	397.6	386.6	405.0
300	1	336.0	421.1	383.5	363.2	344.6	359.3
309	0	382.0	348.3	366.6	375.4	384.3	387.5
309	1	425.0	392.7	418.3	426.7	428.2	406.4
389	0	148.0	124.4	149.2	156.4	161.1	163.2
389	1	178.0	150.2	170.3	179.6	188.1	198.4
390	0	120.0	102.6	120.4	124.5	125.0	162.1
390	1	108.0	80.1	88.2	94.1	100.6	150.0
391	0	409.0	527.3	483.9	454.1	430.1	424.9
391	1	390.0	272.7	323.4	350.0	369.5	393.1
393	0	392.0	493.7	491.0	474.0	463.7	442.0
393	1	572.0	564.6	543.2	559.7	559.4	547.4
614	0	270.0	260.7	260.7	265.0	274.6	296.1
614	1	401.0	279.1	307.7	339.7	366.4	392.7
616	0	134.0	71.4	95.6	103.3	104.8	115.0
616	1	180.0	120.0	141.6	150.3	154.8	162.8
R²			0.932	0.963	0.981	0.987	0.988