



REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI PIACENZA
COMUNE DI RIVERGARO



STRADA PROVINCIALE 28 DI GOSSOLENGO.
RIORGANIZZAZIONE A ROTATORIA
DELL'INTERSEZIONE IN CORRISPONDENZA DELLA
S.S. 45 NEL COMUNE DI RIVERGARO

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

PROGETTAZIONE:



Corte delle Caneve, 11 - 31053 Pieve di Soligo (TV)
Tel. 0438 82082 email: info@its-engineering.com

Ing. ANDREA DE PIN
Ing. MICHELE TITTON
Ing. SIMONE SANTER
Ing. ANDREA STROBBE
Ing. JUAN PABLO BASTI

ELABORATO:

PROGETTO STRADALE
RELAZIONE ANALISI DEL TRAFFICO

IL PROGETTISTA:
Ing. Andrea De Pin



RESP. UNICO DEL PROCEDIMENTO:
Geol. Davide Marengi

CODICE PROGETTO			NOME FILE PF TAM RE 02_A_Rel. analisi del traffico		REVISIONE	SCALA
PROGETTO 2024 042 - PF			CODICE ELAB TRA RE 02		A	
A	PRIMA EMISSIONE	AST	ADP	MTT	07.02.2025	
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA	

Indice

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO VIABILISTICO	3
2.1	P.T.R. – PIANO TERRITORIALE REGIONALE	3
2.2	P.R.I.T. – PIANO REGIONALE INTEGRATO DEI TRASPORTI	5
2.3	P.T.C.P. – PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	8
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	10
4	FLUSSI DI TRAFFICO	12
5	ELEMENTI TEORICI DI TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE	21
5.1	APPLICAZIONE MODELLISTICA ALL'ANALISI DEL TRAFFICO	22
6	ANALISI DELLA CIRCOLAZIONE STRADALE	30
6.1	DISCRETIZZAZIONE DELL'OFFERTA	30
6.1.1	Stato di Fatto	30
6.1.2	Stato di Progetto	31
6.2	DISCRETIZZAZIONE DELLA DOMANDA	32
6.2.1	Stato di Fatto	32
6.2.2	Stato di Progetto	33
6.3	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE	33
7	CONCLUSIONI	38
	ALLEGATO A	39
	STATO DI FATTO	39
	Mattina 40	
	Sera 43	
	STATO DI PROGETTO	46
	Mattina 46	
	Sera 49	
	APPENDICE	52

1 PREMESSA

In Comune di Rivergaro (PC) si prevede la realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria tra la S.S. n. 45 e la S.P. n. 28. L'intervento prevede la modifica dell'attuale intersezione a priorità e tale nodo si colloca al centro dell'omonimo comune piacentino e funge da sostanziale collegamento tra gli abitati di Gossolengo, Podenzano, Gazzola e Travo con direttrice nord-sud.

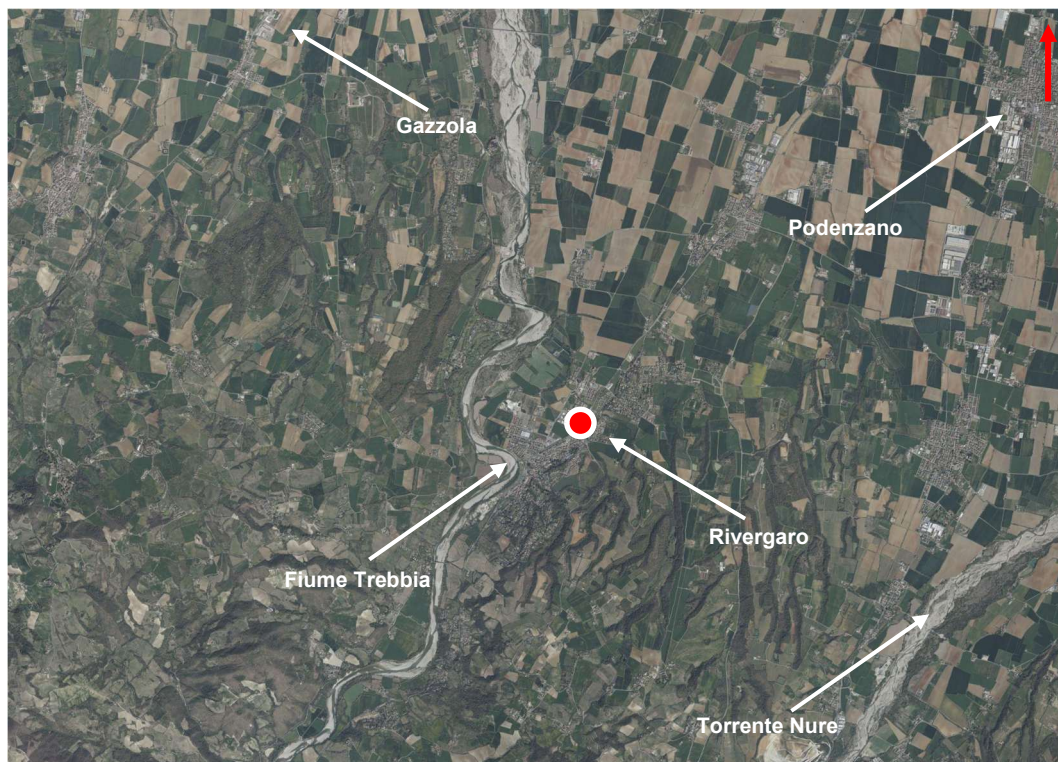


Figura 1: Inquadramento dell'area oggetto di studio.

Rivergaro conta circa 7'000 abitanti e si ubica nella porzione centrale della Provincia di Piacenza ai piedi dell'Appennino settentrionale. In rapporto ai confini amministrativi dei comuni limitrofi, Rivergaro confina: a nord con Gossolengo e Podenzano; ad est con Vigolzone; a sud con Travo; ad ovest con Gazzola.

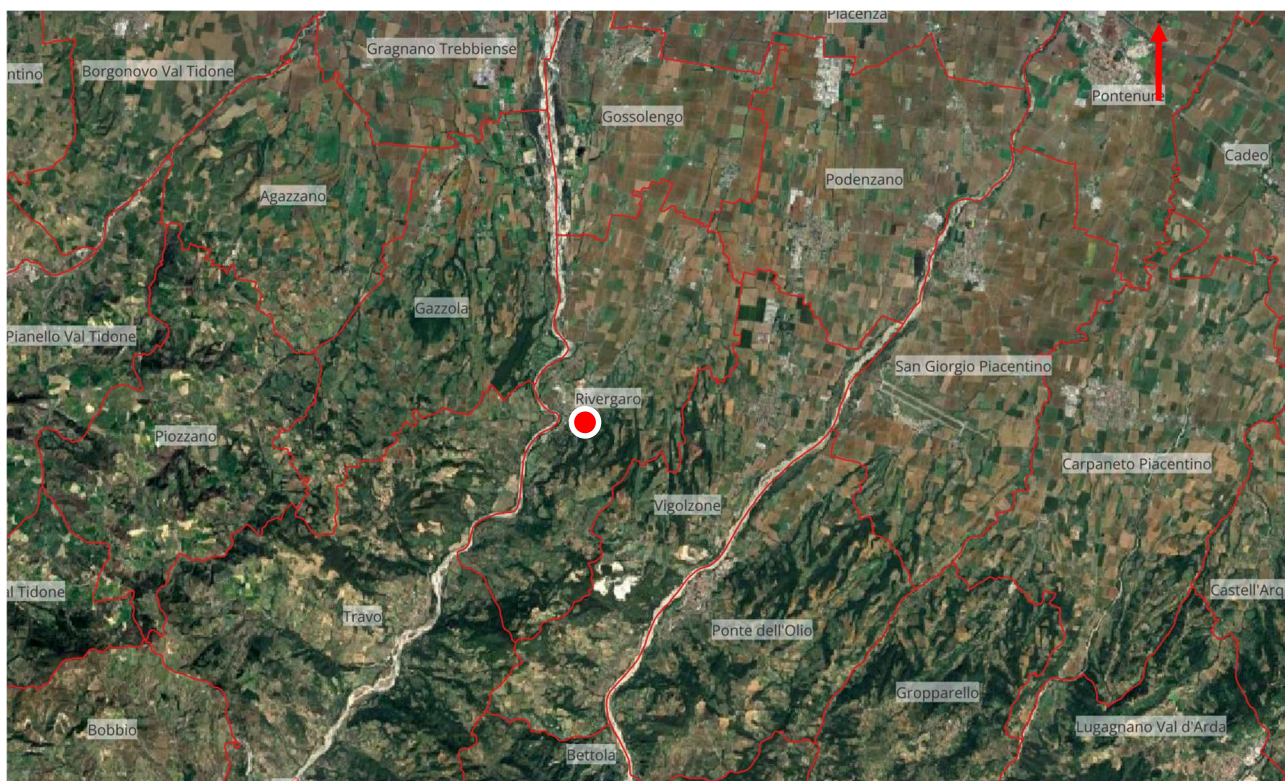


Figura 2: Confini amministrativi.

Il presente documento rappresenta la *Relazione analisi del traffico* del progetto.

2 INQUADRAMENTO VIABILISTICO

Al fine di indagare la viabilità a servizio del territorio circostante l'area di studio si riportano delle considerazioni sugli strumenti urbanistici vigenti nel Comune di Ponte dell'Olio:

- P.T.R. – *Piano Territoriale Regionale* approvato dall'Assemblea Legislativa regionale con del. n. 276 del 03.02.2010;
- P.R.I.T. – *Piano Regionale Integrato dei Trasporti* approvato dell'Assemblea Legislativa regionale con del. n. 59 del 23.12.2021;
- P.T.C.P. – *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale* approvato dal Consiglio Provinciale n. 69 del 02.07.2010.

2.1 P.T.R. – PIANO TERRITORIALE REGIONALE

Sulla base di quanto riportato all'interno del P.T.R., il territorio regionale è prevalentemente urbanizzato lungo l'autostrada del sole (A1) che collega la città di Bologna a Milano e l'autostrada adriatica (A14) che collega la città di Bologna con le coste adriatiche. Il territorio urbanizzato lungo questa direttrice è variabile dal 10% al 30% rispetto al totale del territorio regionale. Il Comune di Rivergaro presenta un tasso di urbanizzazione compreso tra il 4,6 e il 10,0%.

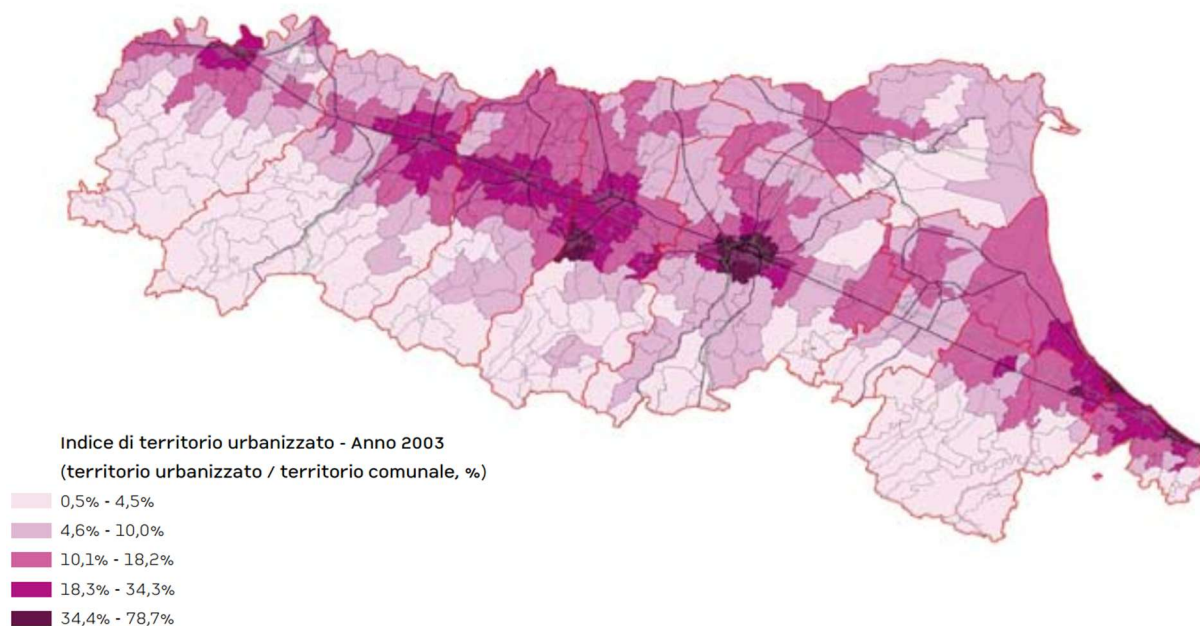


Figura 3: Estrazione P.T.R. – Indice di territorio urbanizzato (2003) – [Elaborazione ERVET su dati Servizio Sistemi Informativi Geografici, Regione Emilia-Romagna].

Dal 1971 al 2005 la popolazione ha subito un generale incremento che risulta di circa il 5% per i territori della provincia di Piacenza con un numero di residenti circa pari a 27 al kmq. Il Comune di Rivergaro rientra tra l'area policentrica con città di medie e piccole dimensioni e ampi spazi rurali. Durante il periodo 1976-2003 si è presentato un aumento della frammentazione nella porzione nord ed est della regione e una diminuzione nella porzione sud ed ovest. La provincia di Piacenza ha visto un aumento della frammentazione nella parte nord. Il Comune di Rivergaro è stato fortemente influenzato dal fenomeno dello sprawl dato che è evidente la frammentazione sul territorio (si veda figura seguente).

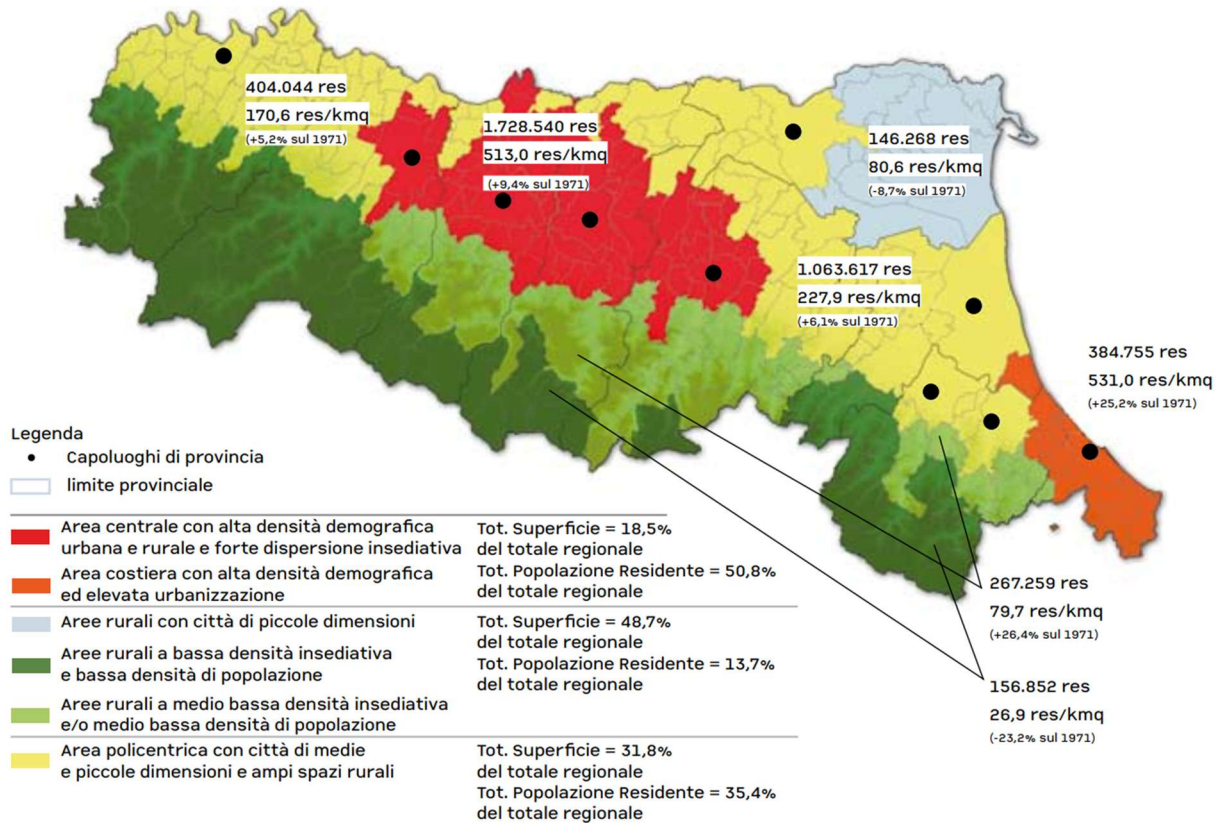


Figura 4: Estratto P.T.R. – Distribuzione della popolazione (2005) e variazione % (1971-2005) – [Elaborazioni ERVET su dati Regione Emilia-Romagna – ISTAT].

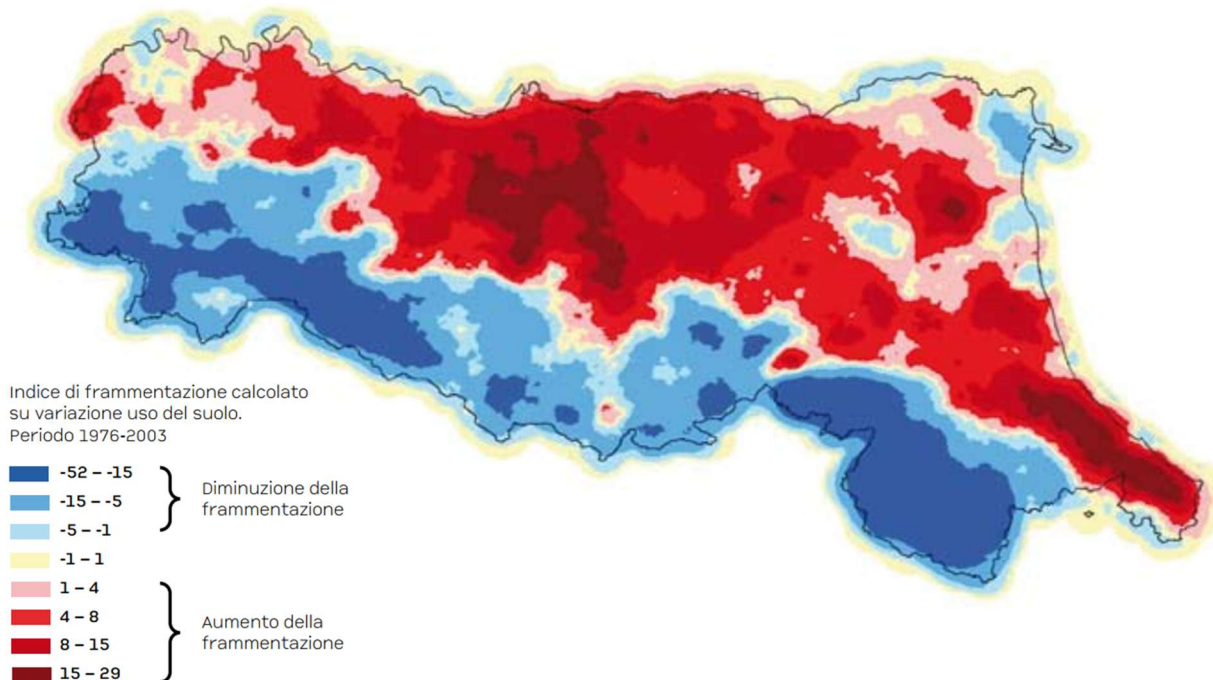


Figura 5: Estratto P.T.R. - Variazione della frammentazione territoriale (1976-2003) – [Elaborazioni ERVET su dati Servizio Informativi Geografici, Regione Emilia-Romagna].

2.2 P.R.I.T. – PIANO REGIONALE INTEGRATO DEI TRASPORTI

A seguire si riporta indicazione della grande rete in cui si ha il sistema autostradale (in rosso) e non (in giallo) e indicazione della rete di base (in verde).

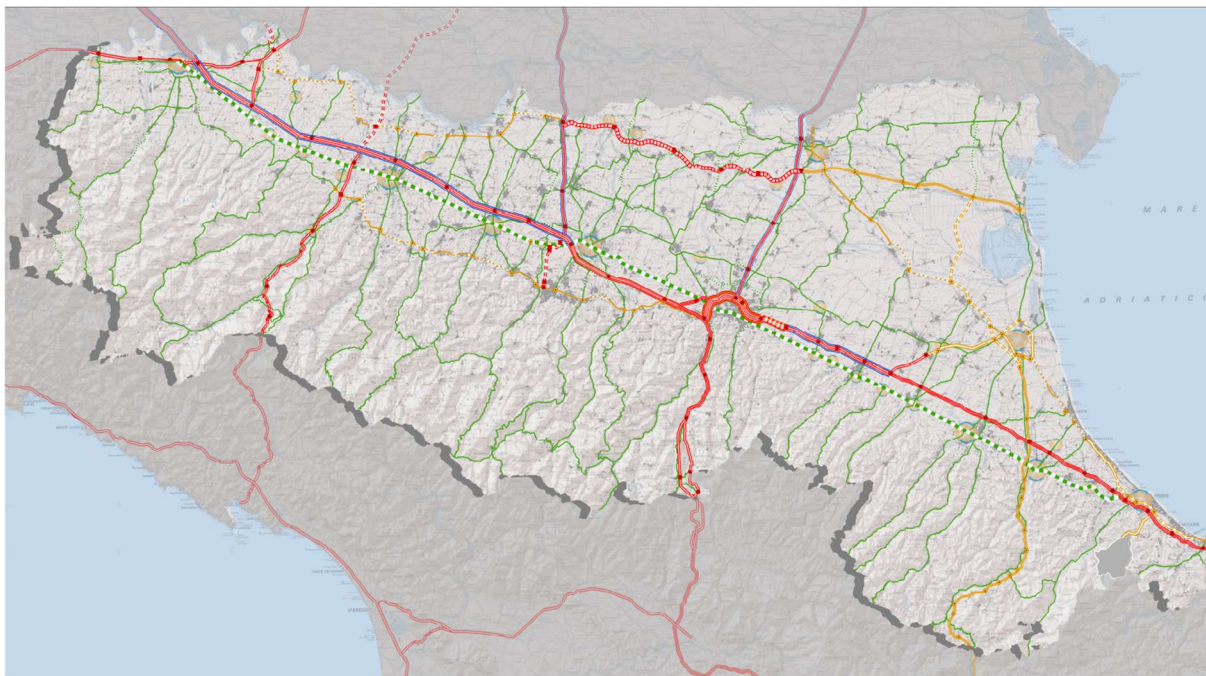


Figura 6: Estratto P.R.I.T. - Sistema stradale.

A servizio del territorio regionale si ha la viabilità primaria dell'Autostrada del sole (A1) lungo la direttrice est-ovest che poi prosegue lungo l'Autostrada adriatica (A14). In vicinanza della provincia di Piacenza, l'autostrada A1 è collegata all'Autostrada dei Vini (A21). Nel segmento dell'A21 che collega Piacenza a Modena è previsto il potenziamento a 4 corsie per senso di marcia.

I caselli autostradali di maggiore interesse sono quelli di Castel San Giovanni, Piacenza Ovest, Piacenza Sud, Fiorenzuola, Caorso e Castelvetro. All'interno del P.R.I.T. si prevede la realizzazione di un casello in vicinanza di Rottofreno e Polignano.

Per quanto concerne la viabilità principale si evidenzia particolarmente la S.S. n. 9 che attraversa l'intera regione dell'Emilia-Romagna da est ad ovest e che è oggetto di interventi di riqualificazione della sede stradale esistente con locali varianti fuori sede. In corrispondenza dell'attuale casello di Castelvetro Piacentino e nel casello in previsione di Polignano si prevede di realizzare una nuova viabilità stradale con una corsia per senso di marcia in direzione est verso Parma.

In corrispondenza dei centri abitati di Castel San Giovanni, Piacenza, Pontenure, Fiorenzuola d'Arda sono previsti degli interventi per il miglioramento delle condizioni di accessibilità urbana e completamento delle tangenziali urbane.

Per quanto riguarda la rete ferroviaria, si evidenzia la linea ferroviaria principale che collega Piacenza a Bologna e che transita per Modena. Le fermate di maggior interesse sono Piacenza, Fidenza, Salsomaggiore Terme, Castelvetro, Fiorenzuola, Cadeo, Pontenure, Castel San Giovanni e S. Nicolò.

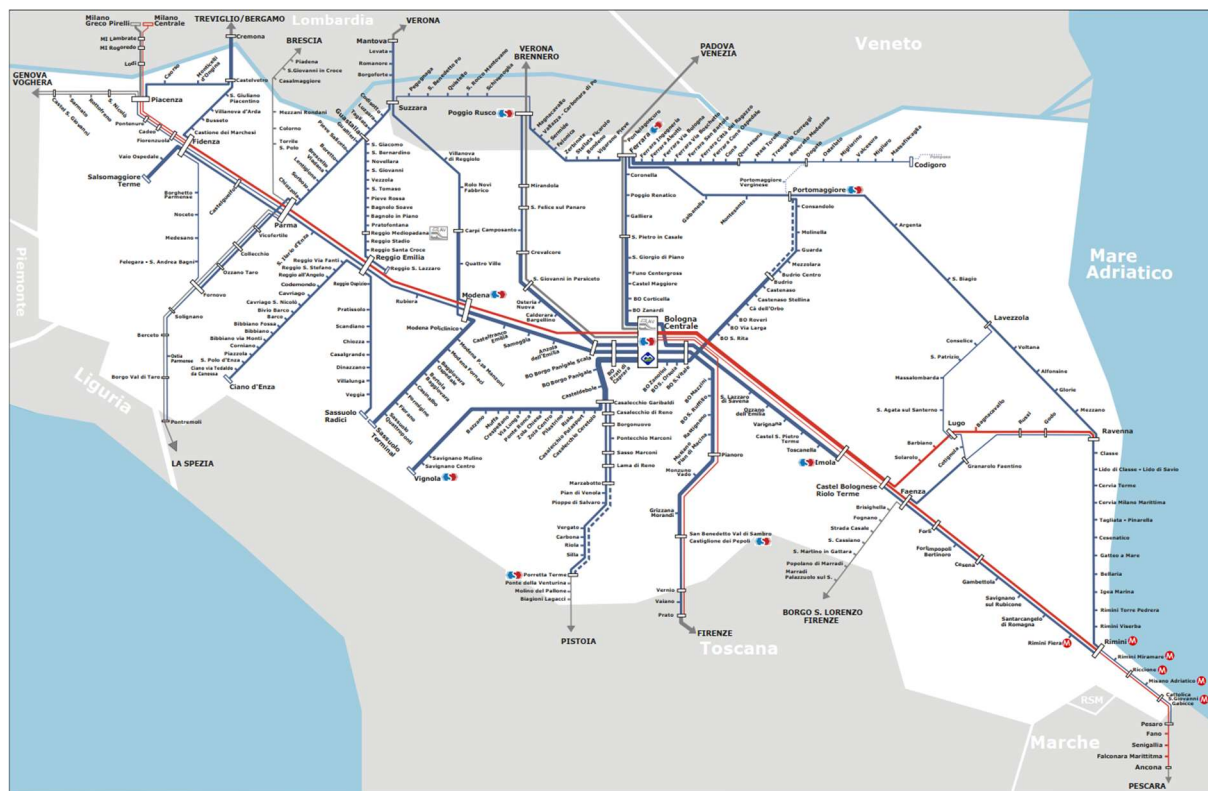


Figura 7: Estratto P.R.I.T. - Schema di riferimento del Servizio Ferroviario Regionale.

A Piacenza è presente lo scalo ferroviario principale che è collegato a Parma e Milano con una linea alta velocità/alta capacità e una linea a doppio binario elettrificato. Piacenza è inoltre collegata con Voghera mediante una linea a doppio binario elettrificato. In aggiunta, Piacenza e Fidenza sono collegate a Parma con una linea a semplice binario elettrificato. Nella stazione di Piacenza si prevede un potenziamento infrastrutturale del nodo e lungo la linea a doppio binario elettrificato si prevede l'adeguamento al modulo 750 mt e alla sagoma PC 80.

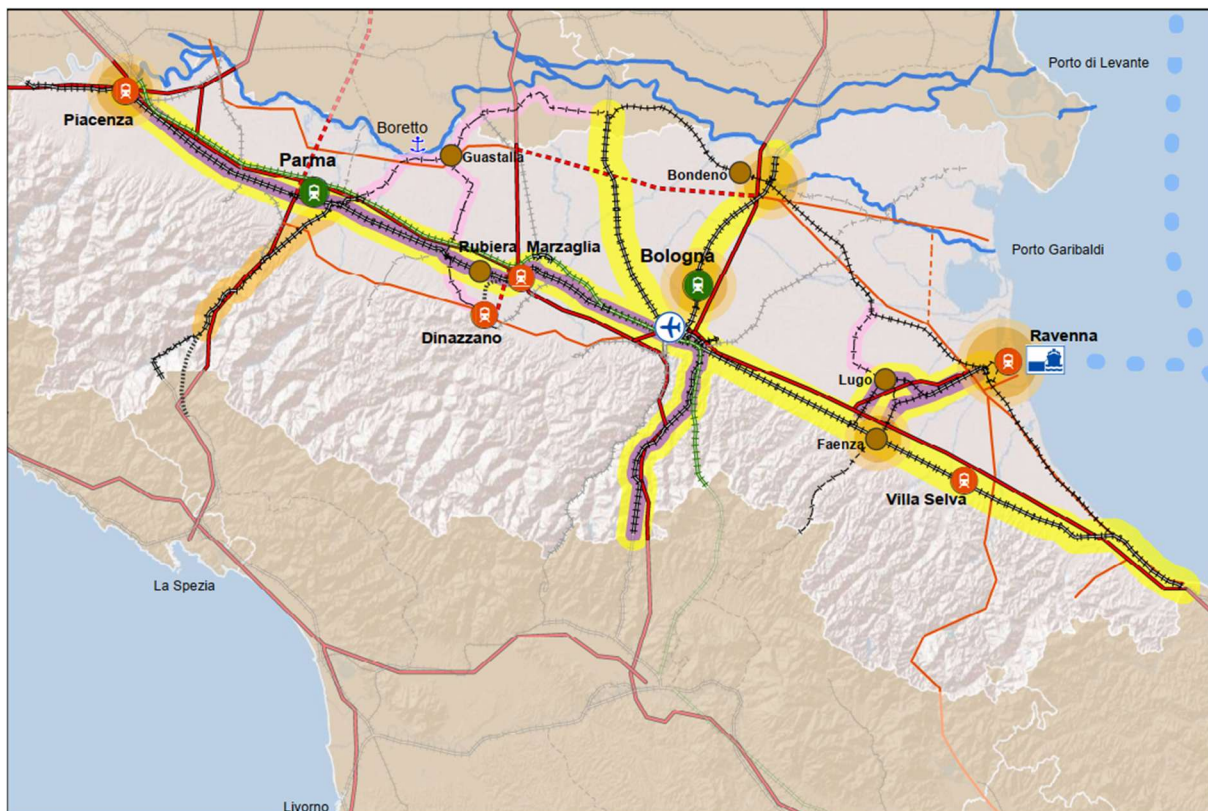


Figura 8: Estratto P.R.I.T. - Sistema logistico.

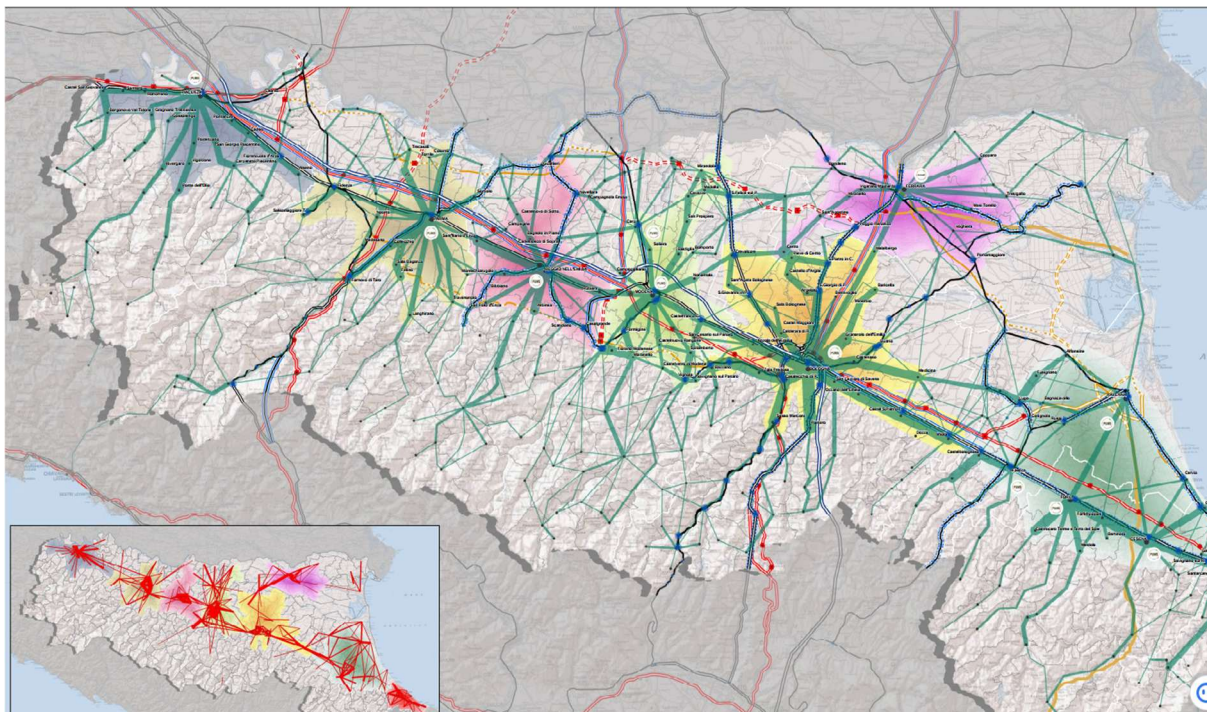


Figura 9: Estratto P.R.I.T. - Sistema di pianificazione integrata della mobilità.

Sulla base di quanto riportato nel sistema di pianificazione integrata della mobilità, si nota come il servizio di trasporto pubblico locale su gomma segue le direttrici della viabilità principale e secondaria. Nella sopra rappresentazione, si riporta in azzurro l'area in cui è presente l'interazione dei sistemi di trasporto.

Dalle linee di desiderio rappresentate a seguire, si evince come gli spostamenti di maggiore entità riguardano le province della Regione. In particolare, nella provincia di Piacenza si nota come gli spostamenti con il capoluogo si limitano alla sola porzione nord e ciò fa intuire come gli spostamenti tra il capoluogo e la parte sud della provincia siano presenti ma di modesta entità. Di conseguenza, i maggiori volumi di traffico si hanno nella porzione nord del territorio provinciale.

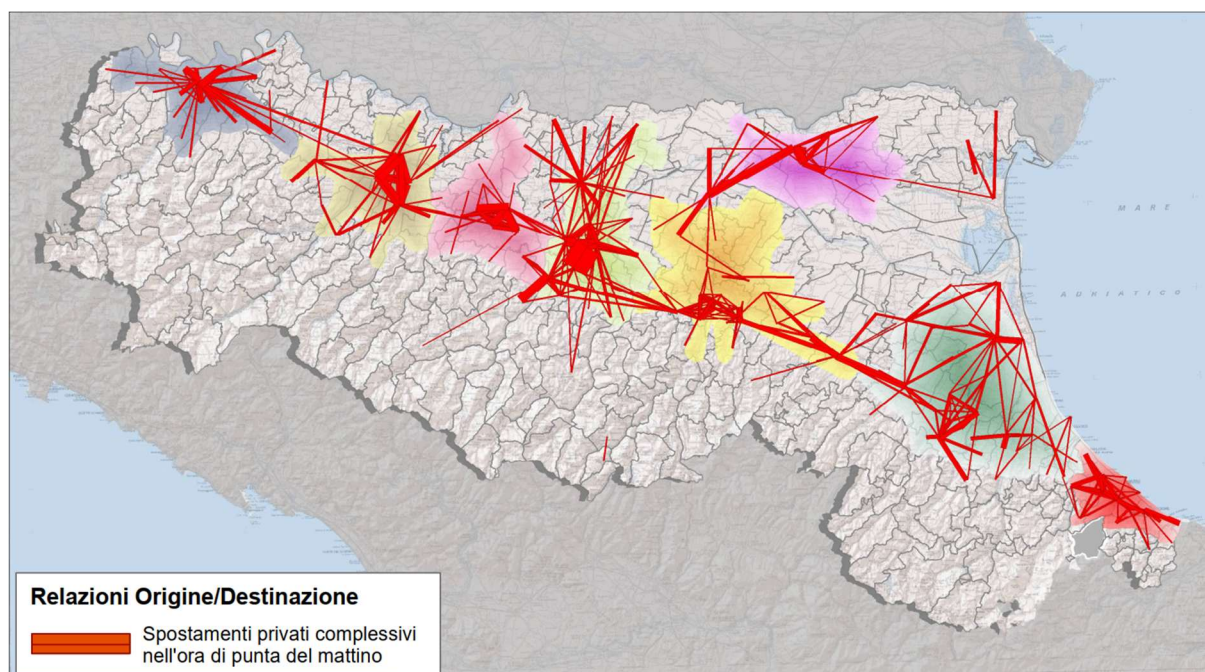


Figura 10: Estratto P.R.I.T. - Sistema di pianificazione integrata della mobilità.

2.3 P.T.C.P. – PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

Nel P.T.C.P. si riporta indicazione sulla rete stradale autostradale, extraurbane secondarie e locali con i relativi livelli funzionali: viabilità primaria, principale, secondaria e locale.

Nei pressi del Comune di Rivergaro non vi è traccia della viabilità primaria che svolge la funzione di transito e scorrimento su lunghe distanze e funge da collegamento nazionale e interregionale in ambito extraurbano e di intera area urbana in ambito urbano secondo il D.M. 05.11.2001.

Secondo lo stesso Decreto, la rete principale svolge la funzione di distribuzione dalla rete primaria alla secondaria ed eventualmente locale su medie distanze. Tale viabilità funge da collegamento interregionale e regionale in ambito extraurbano e interquartile in ambito urbano. All'interno di questa viabilità si iscrive la S.S. n. 45 che collega i territori a nord della provincia di Piacenza lungo la direttrice del fiume Trebbia.

In rapporto a quanto definito nel D.M. 05.11.2001, la rete secondaria consente la penetrazione verso la rete locale per distanze ridotte e collega il territorio provinciale e interlocale in ambito extraurbano e di quartiere in ambito urbano. A Rivergaro confluisce da Gossolengo la S.P. n. 28 e da Ponte dell'Olio la S.P. n. 55.

La S.S. n. 45 rientra nelle strade extraurbane secondarie mentre la S.P. n. 28 e la S.P. n. 55 rientrano nella rete locale; quest'ultima rete svolge funzione di accesso per le brevi distanze e funge da connessione interlocale e comunale in ambito extraurbano e da connessione interna al quartiere in ambito urbano. La Strada Statale rientra nella rete di base principale e le Strade Provinciali rientrano nella rete di base locale.

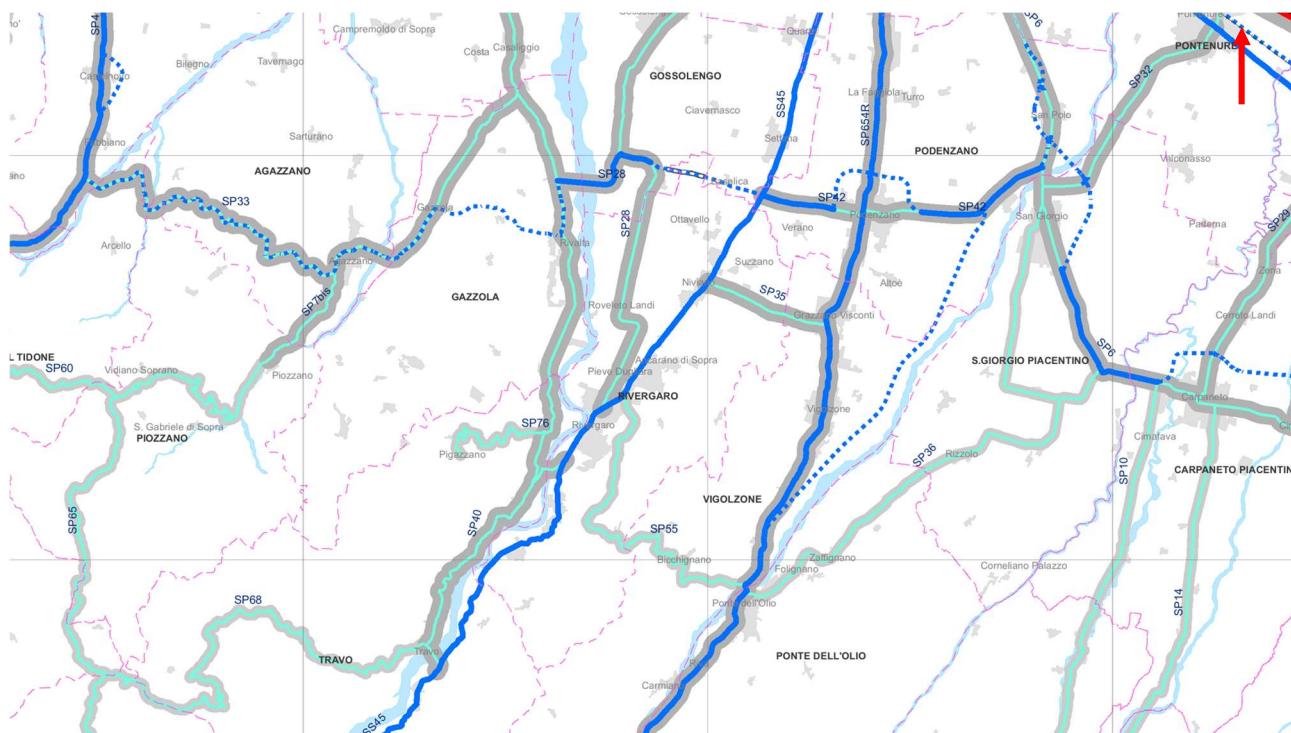


Figura 11: Estratto P.T.C.P. - Classificazione e livelli funzionali della rete stradale e ferroviaria.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Al centro del Comune di Rivergaro (PC), nel punto in cui confluisce la viabilità di maggiore rilevanza, è prevista la realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria al posto dell'attuale intersezione a priorità tra la S.S. n. 45 e la S.P. n. 28. A completare la viabilità dell'intersezione si ha Via del Pereto che collega la viabilità provinciale con il quartiere ubicato lungo il lato ovest.

S.S. n. 45 presenta caratteristiche riconducibili ad una strada di tipo C2 depotenziata (secondo il D.M. 05.11.2001) con una corsia per senso di marcia di larghezza circa pari a 3,70 m e relativa banchina in destra di 0,50 m.

S.P. n. 28 presenta caratteristiche di una strada di tipo F2 depotenziata con una corsia per senso di marcia di 2,85 m e relativa banchina in destra di 0,25 m.



Figura 12: Inquadramento dell'ambito di intervento.

La nuova configurazione dell'intersezione prevede una rotatoria di diametro pari a 35,00 m con un anello di larghezza pari a 7,00 m. Ogni ramo è tipizzato da una corsia di ingresso di larghezza pari a 3,50 m e una corsia di uscita di larghezza pari a 4,50 m (coerentemente con quanto previsto dal D.M. 19.04.2006). La rotatoria di progetto rientra in quelle classificate come rotatoria compatte.



Figura 13: Intersezione a rotatoria di progetto.

4 FLUSSI DI TRAFFICO

Per analizzare le condizioni geometriche-funzionali della rete viaria nell'intorno dell'intersezione oggetto di nuova realizzazione, è stata condotta una campagna di monitoraggio del traffico ad hoc per raccogliere i volumi di traffico circolanti.

Considerando l'attuale struttura viaria, si è ritenuto di fissare l'attenzione sull'intersezione tra la S.S. n. 45 e la S.P. n. 28 e sull'intersezione tra quest'ultima e Via del Pereto. Tale scelta ricade nella considerazione per cui gli effetti dovuti ad intersezioni a monte e a valle dell'intersezione sono del tutto trascurabili.

In particolare, per la tipizzazione del traffico sono stati eseguiti dei conteggi in sezione mediante operatore qualificato: a nord dell'intersezione lungo la S.S. n. 45 e a nord dell'intersezione lungo la S.P. n. 28 (si veda l'Appendice).

Al fine di cogliere i volumi di svolta, sono state posizionate delle videocamere ad alto rendimento che hanno catturato delle videoregistrazioni; e da queste è stato poi eseguito il conteggio a terminale dei volumi (si veda l'Appendice). L'attività di monitoraggio è stata svolta il giorno venerdì 02 agosto 2024 con orario 07:00 – 19:00.

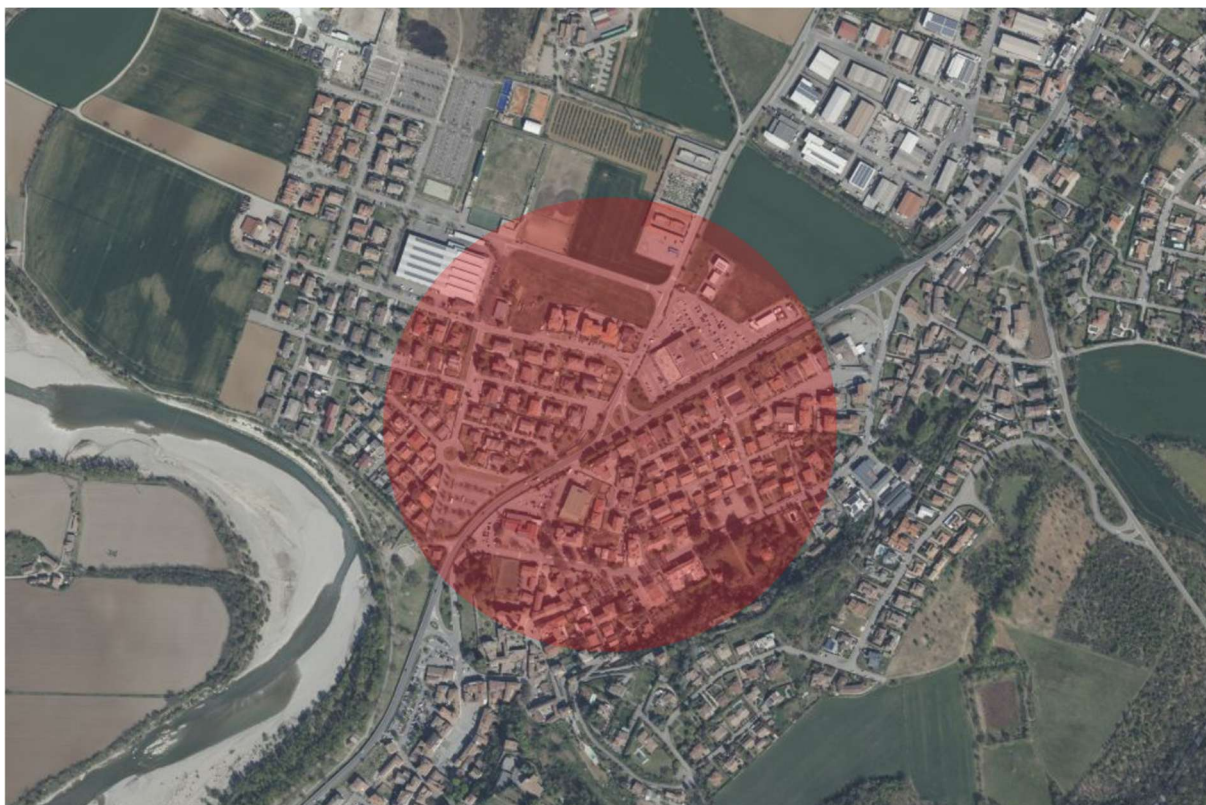


Figura 14: Inquadramento dell'area sottoposta a monitoraggio del traffico.

L'individuazione del giorno "critico" è stata condotta mediante una prima analisi dei volumi di traffico lungo la S.S. n. 45 e la S.P. n. 28, in cui sono presenti delle stazioni di monitoraggio dei flussi di traffico stradali della Regione Emilia-Romagna in funzione 24 ore su 24.

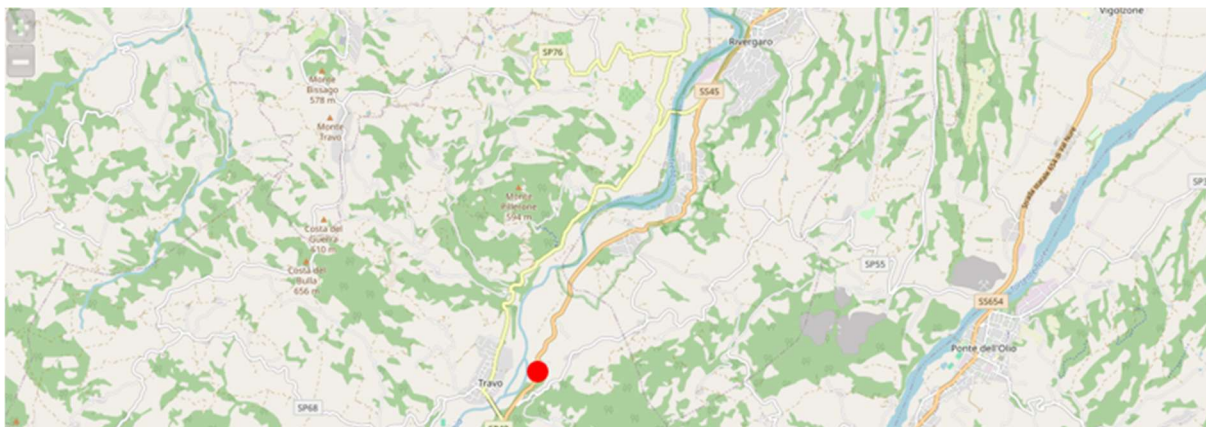


Figura 15: Posizione della stazione di monitoraggio n. 307 lungo la S.S. n. 45.

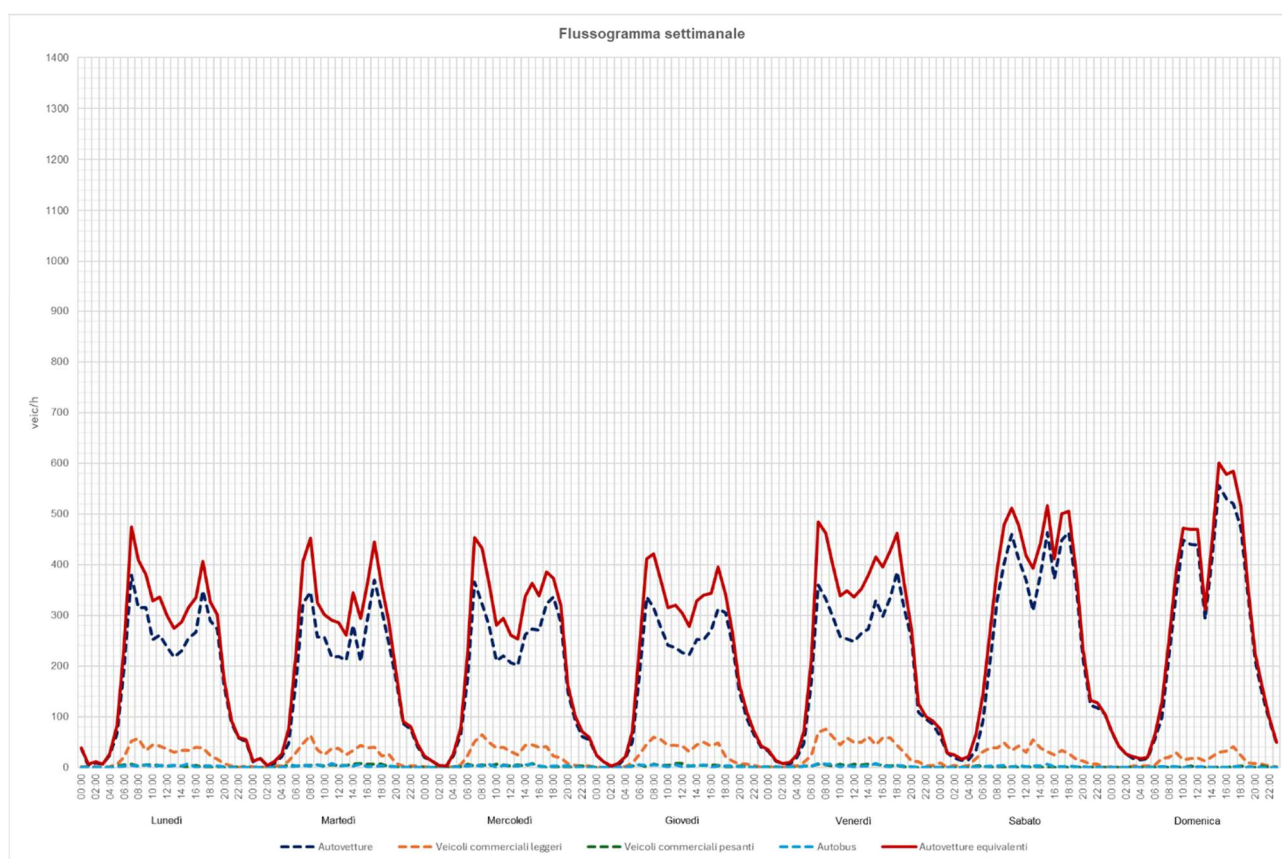


Figura 16: Flussogramma settimanale della stazione di monitoraggio n. 307 lungo la S.S. n. 45.

Dal flussogramma della stazione n. 307 (S.S. n. 45), si evince come i giorni feriali della settimana siano tipizzati da un volume di traffico tendenzialmente inferiore rispetto a quello presente durante i giorni festivi. Dai dati raccolti dalle stazioni di monitoraggio è stato individuato il trend del TGM totale e del TGM per categoria veicolare (leggeri e pesanti). Ne risulta un TGM lungo la S.S. n. 45 di circa 5070 veic/gg.

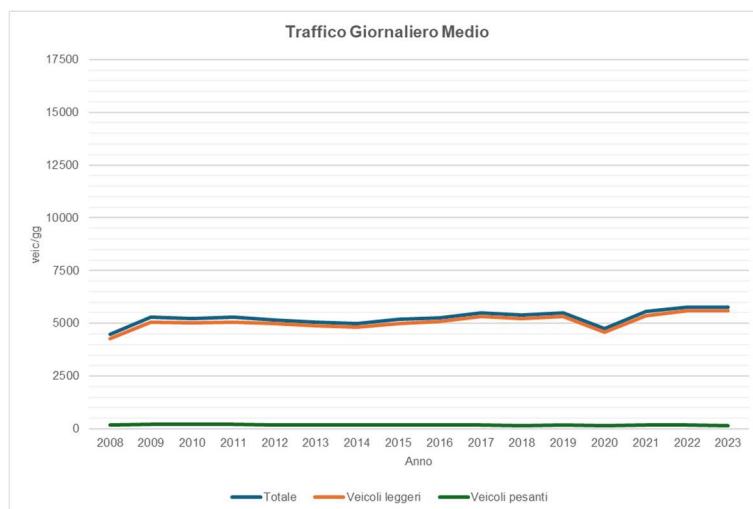


Figura 17: Andamento annuale del TGM (stazione di monitoraggio n. 307).

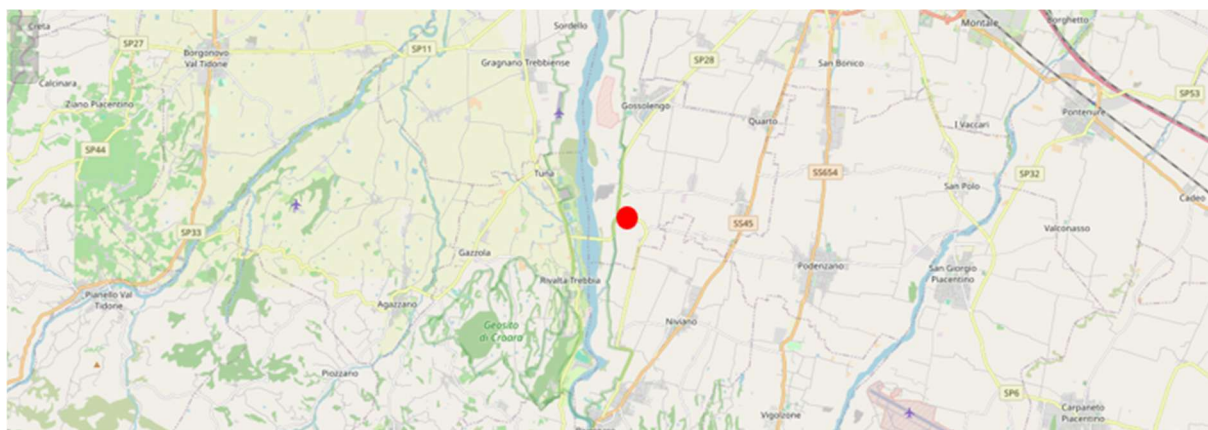


Figura 18: Posizione della stazione di monitoraggio n. 447 lungo la S.P. n. 28.

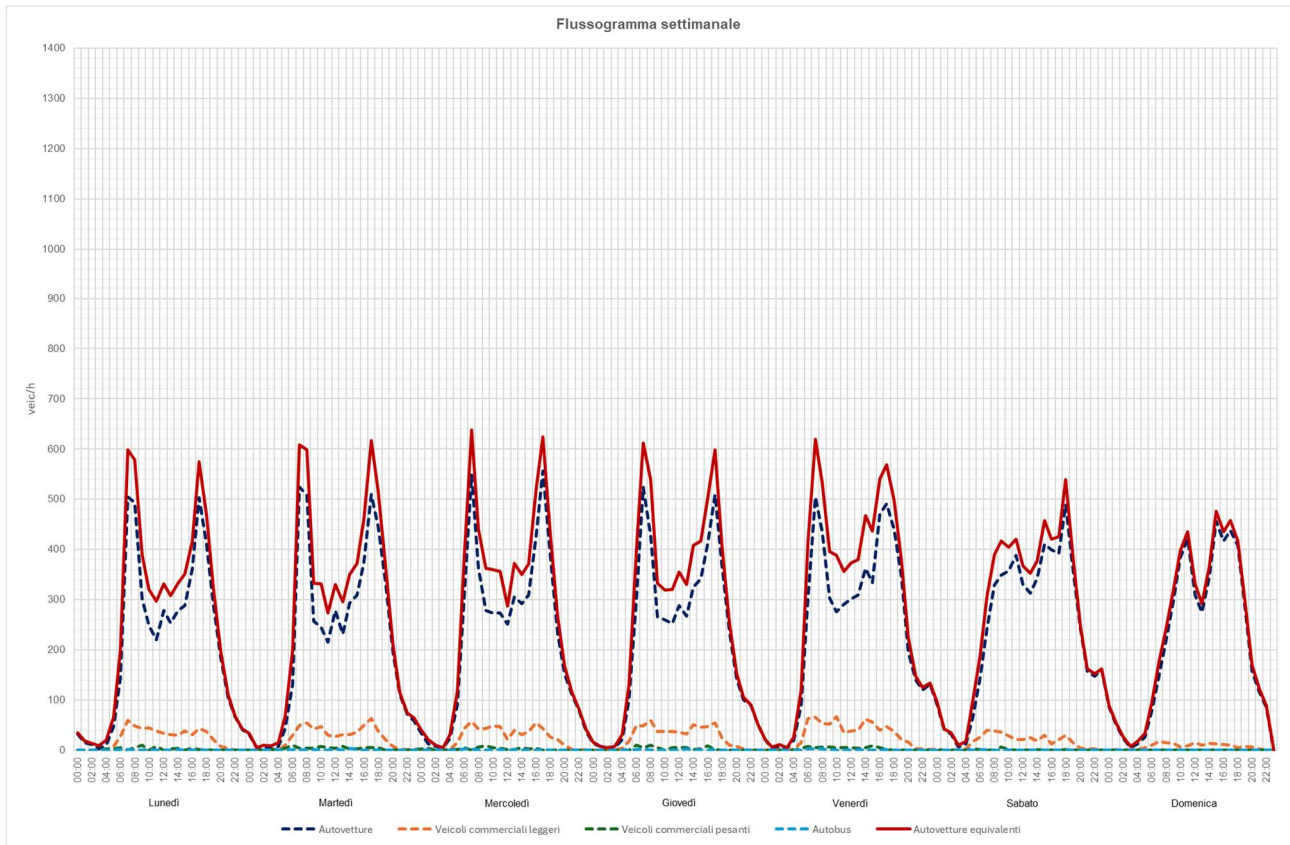


Figura 19: Flussogramma settimanale della stazione di monitoraggio n. 447 lungo la S.S. n. 28.

Dal flussogramma della stazione n. 447 (S.P. n. 28), si evince come i giorni feriali della settimana siano tipizzati da un volume di traffico tendenzialmente superiore rispetto a quello presente durante i giorni festivi. Dai dati raccolti dalle stazioni di monitoraggio è stato individuato il trend del TGM totale e del TGM per categoria veicolare (leggeri e pesanti). Ne risulta un TGM lungo la S.P. n. 28 di circa 5580 veic/gg. Sulla base dell'andamento settimanale del flussogramma della stazione n. 307 e n. 447, è stato considerato il venerdì come il giorno maggiormente rappresentativo della condizione "critica".

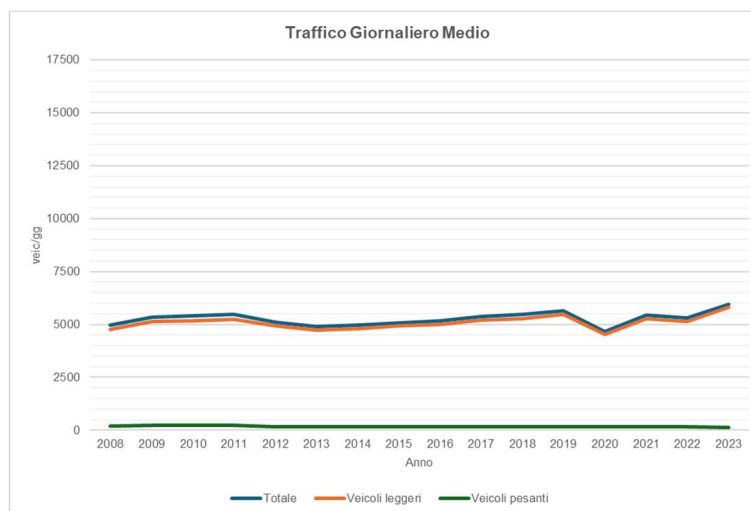


Figura 20: Andamento annuale del TGM (stazione di monitoraggio n. 447).

I dati della stazione di monitoraggio sono stati rappresentati mediante tabelle e grafici, così rappresentati:

- flussogramma settimanale per direzione e per sezione;
- tabella e grafico dell'andamento annuale del TGM (2008-2024);
- tabella dell'andamento annuale della distribuzione dei volumi di traffico per direzione o per categoria;
- grafico dell'andamento annuale della percentuale di veicoli leggeri e pesanti;
- tabella e grafico dell'andamento medio mensile del TGM dal 2008 al 2024.

Per maggiori dettagli si rimanda all'Appendice.

Nell'attività di monitoraggio in sezione è stato considerato un sub-intervallo temporale di 15 minuti in cui si verificano le condizioni di stazionarietà del deflusso (metodo pragmatico). Dai dati ottenuti ogni 15 minuti è stato ricavato il trend temporale in corrispondenza della sezione e da questo è stato confermato che il periodo di maggiore criticità è legato agli spostamenti mattutini (6:30 – 09:00) e serali (16:30 – 19:00).

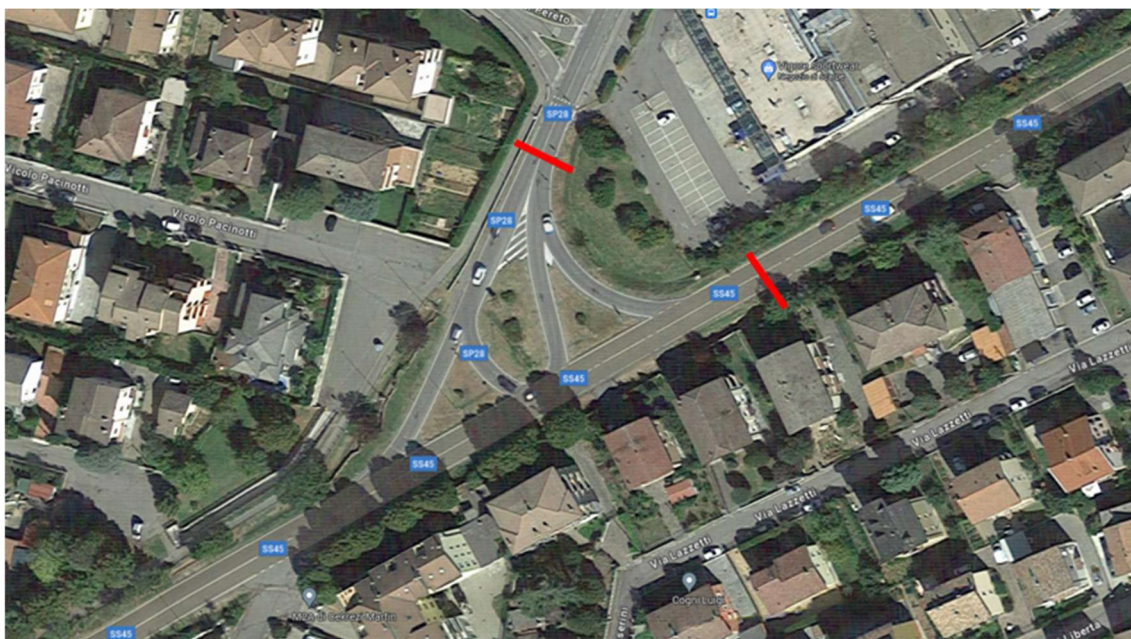


Figura 21: Monitoraggio del traffico in sezione sulla S.S. n. 45 e sulla S.P. n. 28.

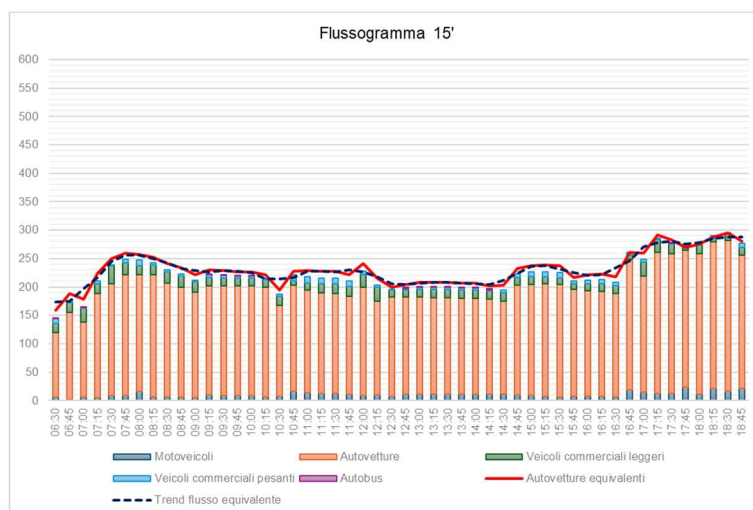


Figura 22: Flussogramma 15' (S.S. n. 45).

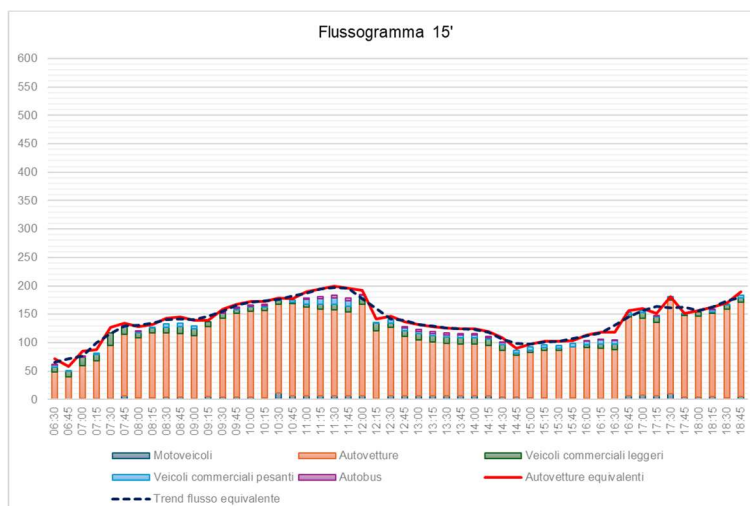


Figura 23: Flussogramma 15' (S.P. n. 28).

I dati raccolti dal monitoraggio in sezione sono stati rappresentati mediante tabelle e grafici, così organizzati:

- tabella con rappresentazione, per intervalli di 15 minuti, per singola direzione e categoria veicolare il numero di passaggi;
- flussogramma 15' e orario per ogni direzione di marcia e per sezione;
- diagramma a torta con rappresentazione in percentuale della distribuzione delle categorie veicolari.

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'Appendice.

Al fine di quantificare i volumi di traffico all'intersezione nei periodi di maggiore carico (mattino e sera) è stato eseguito un conteggio veicolare per sub-intervalli di 15 minuti sulle registrazioni ottenute dall'installazione di videocamere ad alto rendimento.



Figura 24: Posizione delle videocamere ad alta risoluzione.

Nel conteggio a video sono state distinte 5 categorie veicolari:

- Motoveicoli;
- Autovetture;
- Veicoli commerciali leggeri;
- Veicoli commerciali pesanti;
- Autobus.



Figura 25: Inquadratura delle videocamere ad alto rendimento.

Dai conteggi è stato individuato il periodo critico orario in cui si verifica il maggiore volume di traffico considerando la totalità delle manovre eseguite al nodo. Sulla base dei dati raccolti sono stati individuati i seguenti intervalli critici:

- Mattina: 07:45 – 08:45;
- Sera: 18:00 – 19:00.

Tabella 1: Individuazione dell'ora di punta.

Orario	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Autovetture equivalenti	Periodo critico			
06:30 - 06:45	7	199	29	13	3	278				
06:45 - 07:00	2	220	34	8	1	290	1263			
07:00 - 07:15	9	235	45	2	4	319		1450		
07:15 - 07:30	8	295	38	10	0	376			1670	
07:30 - 07:45	12	359	65	1	0	465				1832
07:45 - 08:00	21	424	38	7	2	510	1926			
08:00 - 08:15	21	394	31	13	2	481		1953		
08:15 - 08:30	12	409	31	4	0	470			1933	
08:30 - 08:45	14	402	35	15	0	492				
08:45 - 09:00	14	394	39	15	0	490				
16:30 - 16:45	9	338	32	15	3	427				
16:45 - 17:00	33	461	15	11	0	522	2039			
17:00 - 17:15	26	446	38	8	0	532		2210		
17:15 - 17:30	24	477	38	3	3	558			2224	
17:30 - 17:45	32	534	25	4	1	598				2240
17:45 - 18:00	31	499	10	3	0	536	2236			
18:00 - 18:15	18	498	27	0	0	548		2220		
18:15 - 18:30	31	498	12	9	2	554			2280	
18:30 - 18:45	22	527	25	3	0	582				
18:45 - 19:00	31	516	27	12	0	596				

I dati ottenuti dai conteggi a video sono stati così riassunti:

- tabelle con il volume orario totale del nodo per tipologia veicolare e in autovetture equivalenti;
- tabelle con il volume orario per tipologia veicolare e per manovra.

Si rinvia all'Appendice per ulteriori dettagli.

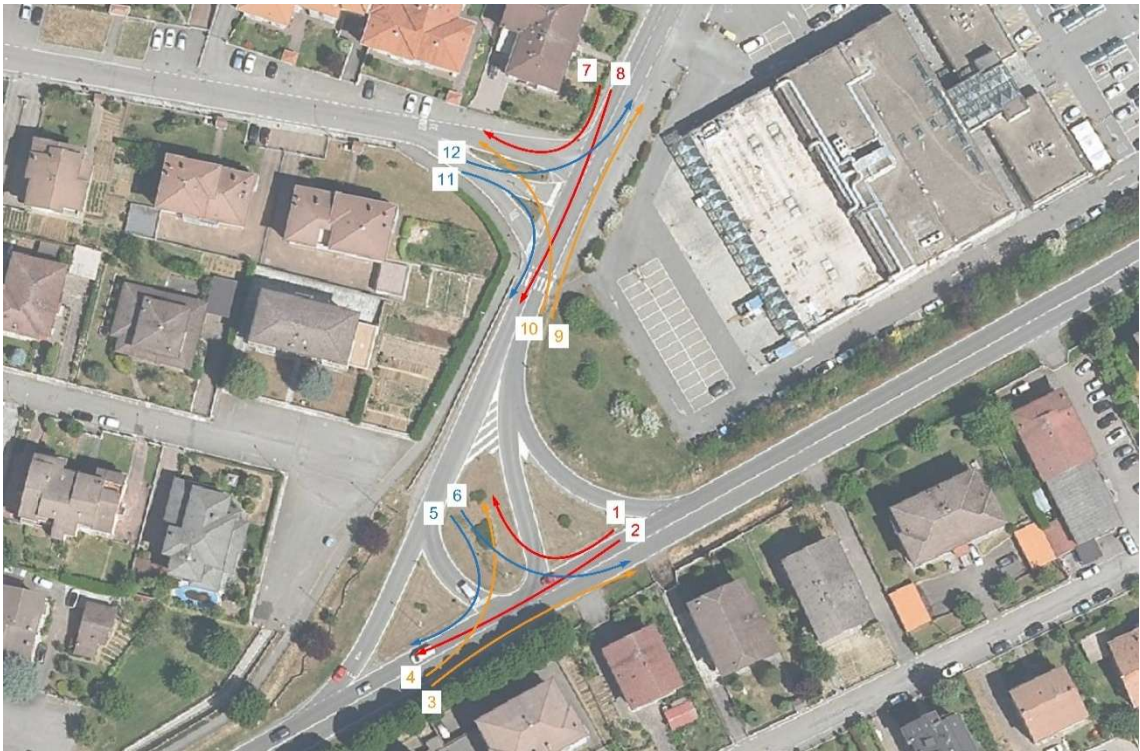


Figura 26: Manovre al nodo.

A seguire i volumi di traffico per le diverse manovre al nodo.

Tabella 2: Volumi di traffico al nodo.

Da	A	Manovra	Volume orario mattino [veic.eq./h]	Volume orario sera [veic.eq./h]
DA S.S. N. 45 EST	S.P. N. 28	1	69	156
	S.S. N. 45 OVEST	2	326	531
S.S. N. 45 OVEST	DA S.S. N. 45 EST	3	516	334
	S.P. N. 28	4	229	139
S.P. N. 28	S.S. N. 45 OVEST	5	140	266
	DA S.S. N. 45 EST	6	97	117
S.P. N. 28 NORD	VIA DEL PERETO	7	15	33
	S.P. N. 28 SUD	8	187	360
S.P. N. 28 SUD	S.P. N. 28 NORD	9	263	265
	VIA DEL PERETO	10	35	30
VIA DEL PERETO	S.P. N. 28 SUD	11	50	24
	S.P. N. 28 NORD	12	26	27

Tabella 3: Volumi di traffico in sezione.

Sezione	Direzione	Manovra	Volumi orario mattino [veic.eq /h]	Volumi orario sera [veic.eq. /h]
DA S.S. N. 45 EST	Est	3+6	613	451
	Ovest	1+2	395	687
S.S. N. 45 OVEST	Est	3+4	745	473
	Ovest	2+5	466	797
S.P. N. 28	Nord	1+4	298	295
	Sud	5+6	237	383
S.P. N. 28 NORD	Nord	9+12	289	292
	Sud	7+8	202	393
S.P. N. 28 SUD	Nord	9+10	298	295
	Sud	8+11	237	384
VIA DEL PERETO	Est	11+12	76	51
	Ovest	7+10	50	63

Dalle sopra tabelle si deduce come il nodo tra la S.S. n. 45 e la S.P. n. 28 sia tipizzato da un flusso veicolare totale pari a 1377 veic.eq./h al mattino e pari a 1543 veic.eq./h alla sera.

5 ELEMENTI TEORICI DI TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE

Nella pianificazione dei trasporti l'oggetto di analisi è la *circolazione stradale*, ovvero quel fenomeno appariscente che si manifesta quotidianamente nelle aree urbane ed extraurbane quale espressione dell'interazione tra la domanda di mobilità e l'offerta di trasporto.

L'interazione tra domanda ed offerta, con i vincoli di capacità che presenta la rete, determina i fenomeni di congestione correlati alle condizioni di *deflusso interrotto e ininterrotto*.

Nella condizione di deflusso ininterrotto la circolazione avviene senza che vi siano arresti nella corrente dovuti a cause ad essa esterne. Viceversa, nella condizione di deflusso interrotto il blocco della circolazione avviene per cause esterne alla corrente come elementi fisici di regolazione della circolazione.

Gli elementi fisici di regolazione che comportano condizioni di deflusso interrotto sono le intersezioni a priorità, semaforizzate e a rotatoria. Di conseguenza, lo studio del fenomeno della circolazione in condizioni di deflusso interrotto è riconducibile allo studio dei nodi di traffico della rete.

Lo studio del deflusso ininterrotto si riconduce allo studio delle macro variabili del deflusso: flusso, densità e velocità. Secondo quanto teorizzato da Wardrop, la corrente veicolare si può ipotizzare sia costituita da microcorrenti sussidiarie caratterizzate ciascuna da una serie causale di veicoli che procedono tutti alla medesima velocità nel tempo a cui è associato un certo flusso. Da questa considerazione, ripresa anche nell'HCM (Highway Capacity Manual), la velocità media nello spazio può essere stimata come la media armonica delle velocità misurate in corrispondenza di una certa sezione.

Dalle ipotesi di Wardrop, si definisce la *relazione fondamentale del deflusso* come:

$$q = K \cdot v$$

dove q è il flusso, K è la densità e v è la velocità.

Tale relazione vale in una condizione veicolare specifica in cui le velocità sono indipendenti dalla posizione (flussi medio-bassi) e la spaziatura veicolare non varia (flussi veicolari medio-alti). Tale condizione veicolare viene definita come *zona metastabile* e corrisponde alla *condizione di stazionarietà* del deflusso.

Per verifica le condizioni di stazionarietà del deflusso è possibile avvalersi del *metodo pragmatico* in cui si suddivide l'intervallo di misurazione in sub-intervalli di una durata di *15 min* (come riportato nell'HCM) oppure è possibile avvalersi del *metodo di analisi degli intertempi veicolari* mediante trend.

Dagli intervalli di stazionarietà è possibile definire i digrammi fondamentali del deflusso che pongono in relazione la densità q , la velocità v e la densità k .

La domanda che si manifesta sulla rete può essere *potenziale* o *espressa*. La differenza consiste nella condizione in cui vi è un'intersezione che, raggiunta la capacità, non permette il deflusso della domanda espressa e di conseguenza la differenza tra quest'ultima e la domanda potenziale si manifesta sotto forma di accodamenti.

Per la valutazione della qualità della circolazione è possibile valutare la velocità media di percorrenza come stima dei tempi di percorrenza ed avere quindi una valutazione del tempo di viaggio e del relativo costo generalizzato. Inoltre, è possibile valutare la densità e il grado di saturazione come stima del grado dei mutui condizionamenti tra i veicoli come misura delle componenti di rischio e comfort del costo generalizzato.

Come riportato nell'HCM, è possibile utilizzare i *Livelli di Servizio* (LoS) per valutare la qualità della circolazione. I Livelli di Servizio vengono suddivisi in classi come riportato di seguito:

- **A: Flusso libero.** Il traffico defluisce a velocità pari o superiore al limite di velocità imposto e gli automobilisti hanno completa mobilità tra le corsie. Gli effetti di incidenti o di veicoli in panne sono facilmente assorbibili. Il comfort è *elevato*.

- B: *Flusso sufficientemente libero*. Le velocità del LoS A sono mantenute, ma la manovrabilità all'interno del flusso veicolare è leggermente limitata a causa di lievi incrementi della densità. Il comfort è *discreto*.
- C: *Flusso stabile*. La possibilità di eseguire manovre tra le corsie è notevolmente limitata e i cambi di corsia richiedono una maggiore consapevolezza da parte del conducente. I tronchi stradali rimangono al di sotto della capacità e le velocità tendono a diminuire a causa dei mutui condizionamenti. Gli incidenti importanti possono provocare rallentamenti della corrente veicolare. Il comfort è *modesto*.
- D: *Flusso quasi instabile*. La qualità della circolazione si avvicina al flusso instabile e le velocità diminuiscono all'aumentare del volume di traffico. La libertà di manovra all'interno del flusso di traffico è fortemente limitata. Gli incidenti minori comportano, così come gli incidenti importanti, rallentamenti della corrente veicolare. Il comfort è *basso*.
- E: *Flusso instabile*. Il flusso diventa irregolare e la velocità varia rapidamente perché non ci sono praticamente spazi liberi per manovrare nel flusso. Qualsiasi piccola perturbazione del deflusso crea un'onda di compressione che comporta l'instaurarsi di accodamenti. Il comfort è *bassissimo*.
- F: *Flusso forzato*. Ogni veicolo si muove di pari passo con quello che lo precede, con frequenti rallentamenti. Il tempo di percorrenza non può essere previsto, con una domanda che generalmente supera la capacità. Si manifestano rallentamenti sottoforma di code in un processo ciclico di stop and go. Il comfort è *assente*.

La qualità della circolazione definita nei LoS è funzione della capacità e del volume di traffico. Più nello specifico, la qualità dipende da:

- tempo di viaggio, velocità e ritardo;
- numero di interruzioni;
- affidabilità del tempo di viaggio;
- libertà di manovra;
- comfort;
- praticità del viaggio;
- sicurezza;
- costo sostenuto dall'utente;
- disponibilità di strutture e servizi;
- panorama di viaggio;
- disponibilità di informazioni.

Il *Livello di Servizio* (o LoS) viene comunemente utilizzato per tramutare la prestazione numerica dell'infrastruttura in un semplice sistema rappresentato da una classe che va da A ad F per descrivere la percezione della qualità del servizio da parte degli utenti.

Il Livello di Servizio è direttamente correlato al concetto di *capacità* che corrisponde al massimo volume di traffico circolante presso una data sezione e dipende dalle condizioni prevalenti della viabilità. Le condizioni si possono sintetizzare in: condizioni della strada, condizioni di traffico, tipologia di conducenti, condizioni ambientali, condizioni della pavimentazione e presenza di tecnologie.

5.1 APPLICAZIONE MODELLISTICA ALL'ANALISI DEL TRAFFICO

I *modelli di simulazione* rappresentano delle astrazioni logico-matematiche dei sistemi di trasporto reali e offrono la possibilità di definire una rappresentazione spazio-temporale schematica del comportamento delle correnti veicolari che permettono di descrivere le variazioni su intervalli temporali discreti delle caratteristiche del sistema di trasporto analizzato. Le variazioni delle caratteristiche fanno riferimento a variazioni dell'offerta e della domanda.

Lo scopo della rappresentazione spazio-temporale è quello di stimare le *prestazioni* del sistema di trasporto al variare di alcune componenti relative alla domanda e/o all'offerta.

I software di *microsimulazione* della circolazione stradale consentono di ottenere delle rappresentazioni dinamiche del fenomeno molto dettagliate (movimento del singolo *veicolo-utente*) per il quale è possibile gestire i parametri comportamentali, fisici e cinematici. Con questi modelli è dunque possibile schematizzare l'interazione tra veicoli e infrastrutture ma anche l'interazione tra coppie di veicoli.

Il periodo simulato all'interno del modello viene ripartito in intervalli inferiori al secondo (cicli di simulazione), e per ognuno di questi vengono aggiornate le *componenti del sistema*:

- posizione;
- velocità dei singoli veicoli;
- azioni da effettuare (accelerazione/decelerazione, percorso da seguire, corsia da utilizzare, etc.) da parte del singolo binomio veicolo-utente.

Dato che le informazioni vengono raccolte per cicli inferiori al secondo, il software raccoglie informazioni in tempo reale e tali informazioni vengono fornite direttamente dai binomi veicolo-conducente in modo che questi possono aggiornare il proprio comportamento di conseguenza.

Il movimento dei singoli veicoli viene governato dall'interazione di tre modelli descrittivi del *comportamento di guida*:

- car following;
- gap acceptance;
- lane changing.

Il modello *car following* è basato sul meccanismo di stimolo e risposta e di conseguenza la velocità considerata non dipende solo dal conducente, dal veicolo e dalle condizioni ma anche dalle interazioni tra i veicoli. Nel modello del car following si suppone che i conducenti si comportino in modo stabile e che quindi reagiscano stabilmente alle sollecitazioni provenienti dall'esterno, agendo su freno ed acceleratore al fine di mantenersi all'interno della corrente. Nell'interazione tra i veicoli si presenta una fase transitoria causata dal ritardo della risposta del conducente che non è istantanea; di conseguenza, la risposta del veicolo follower risulta sfalsata nel tempo di una certa quantità rispetto allo stimolo. La sensibilità della risposta aumenta all'aumentare della velocità e diminuisce all'aumentare della distanza interveicolare.

Il modello *gap acceptance* è utilizzato nel momento in cui il binomio veicolo-utente è chiamato ad eseguire determinate manovre alle intersezioni. Il conducente della corrente secondaria si trova nella condizione di valutare i gap disponibili nella corrente principale per eseguire la manovra. In questo modo si avvia un processo di selezione degli intervalli. Di conseguenza, la capacità della manovra è direttamente collegata al numero massimo di veicolo in grado di eseguire la manovra nell'unità di tempo. Tale capacità dipende dalla distribuzione degli intervalli temporali (gap) della corrente principale e la distribuzione degli intervalli giudicati accettabili dai conducenti della corrente secondaria. La distribuzione degli intervalli disponibili sulla corrente principale dipende dal volume di traffico, dal numero di corsie, dalla distribuzione dei flussi direzionali e delle caratteristiche dei platon.

Il modello lane changing è un modello utilizzato per la gestione delle manovre di cambio corsia ed è basato su un modello di gap acceptance in cui il conducente valuta la disponibilità di gap per poter effettuare la manovra.

Il gap acceptance varia in rapporto a:

- il tipo di manovra;
- il tipo di controllo;
- la velocità e la tipologia di veicoli nella strada principale;
- le caratteristiche geometriche dell'intersezione;
- la durata dell'attesa;
- le caratteristiche psico-fisiche.

I modelli di microsimulazione vengono utilizzati per svolgere analisi funzionali di un'intersezione o di intersezione adiacenti.

Al fine di ottimizzare le risorse temporali ed economiche, è necessario seguire nello *sviluppo del modello di microsimulazione* i seguenti passi:

- individuazione/delimitazione dell'area di studio in relazione agli obiettivi dell'attività di analisi;
- raccolta ed organizzazione dei dati;
- sviluppo del modello di base;
- controllo degli errori;
- calibrazione;
- analisi degli scenari alternativi;
- produzione dei report e documenti tecnici contenenti i risultati dell'analisi.

L'attività di *individuazione/delimitazione del contesto di studio* dipende dagli obiettivi dell'attività e che comporta a sua volta una delimitazione spazio-temporale dell'area. Di conseguenza, il modello di simulazione deve essere sufficientemente ampio in modo da consentire la rappresentazione delle prestazioni del sistema oggetto di studio (fenomeni di congestione) da un punto di vista spaziale e temporale. Nel caso in cui l'intersezione o il gruppo di intersezioni oggetto di studio siano influenzate da altre intersezioni, si deve considerare di estendere l'area in modo tale che queste siano considerate all'interno della modellazione. Se non vengono considerate queste influenze si incorre necessariamente a degli errori che comportano dei risultati distorti.

Il *periodo di simulazione* deve essere opportunamente valutato in modo tale da valutare l'evoluzione temporale dei fenomeni di congestione dal momento in cui questi si manifestano sino al loro esaurimento. Il periodo di simulazione deve essere preceduto da una fase di precarico che consente di riprodurre le reali condizioni di funzionamento che si verificano all'inizio del vero e proprio periodo di analisi. La fase di precarico consente un graduale carico della rete evitando che i primi veicoli del periodo di simulazione circolino nella rete in condizione di free-flow (rete scarica).

Nella fase di *raccolta dei dati* si individuano le diverse fonti dalle quali ottenere i dati per la successiva fase di analisi. I dati necessari per la modellazione si riassumono in tre macrocategorie:

- caratteristiche fisiche, geometriche, funzionali e di controllo della rete stradale
- dati relativi alla domanda;
- dati utili in fase di calibrazione e validazione e controllo degli errori di schematizzazione.

Per quanto concerne le caratteristiche è necessario individuare:

- larghezza e numero delle corsie;
- rappresentazione del nodo esploso;
- diametro della rotatoria e larghezza dell'anello;
- svasature delle corsie;
- posizione ed individuazione delle linee di arresto degli approcci;

- limiti di velocità;
- tipo di controllo dell'intersezione;
- identificazione dell'ubicazione degli attraversamenti pedonali;
- tipologie veicolari;
- caratteristiche dei veicoli;
- comportamento dei conducenti;
- etc.

Per quanto riguarda le informazioni della domanda è necessario disporre delle matrici origine-destinazione per le diverse categorie veicolari che si considera nella modellazione e dei profili temporali della domanda.

Lo sviluppo del modello varia a seconda della complessità del contesto di studio e pone le sue basi sulle informazioni ottenute durante la raccolta e organizzazione dei dati. All'interno del modello risulta quindi presente un *modello di offerta* rappresentato dal grafo che è costituito da diversi elementi (nodi e link) aventi ciascuno le proprie caratteristiche ed è presente un *modello di domanda* rappresentato dalle diverse matrici origine-destinazione per ciascuna tipologia veicolare con i relativi profili temporali.

Per verificare la bontà della schematizzazione proposta all'interno del modello è necessario disporre delle seguenti informazioni:

- lunghezza della coda;
- velocità di percorrenza;
- tempi di percorrenza.

Il processo di *calibrazione* del modello prevede l'aggiustamento dei parametri in modo da riprodurre il funzionamento e le prestazioni del sistema con quanto accade nella realtà. La FHWA (Federal Highway Administration) consiglia la calibrazione dei parametri comportamentali dei binomi: headway (intervallo di tempo che intercorre tra il passaggio di due veicoli successivi su una determinata sezione e misurato sull'estremità anteriore del veicolo), t_c (intervallo interveicolare minimo ritenuto sufficiente dal conducente per effettuare la manovra di immissione o di attraversamento) e t_f (intervallo di tempo che intercorre tra l'immissione di un veicolo dalla corrente secondaria e l'immissione del successivo veicolo che utilizza il medesimo gap nell'ipotesi che sul ramo secondario ci sia una coda continua) e velocità desiderata (velocità con cui si intende effettuare lo spostamento).

Al fine di valutare il corretto comportamento degli utenti, i software consentono di visualizzare a schermo una rappresentazione tri-dimensionale dei movimenti dei diversi veicoli in rete in modo tale da apportare delle correzioni nel caso in cui questi si comportano in modo errato o travisato dalla realtà.

Le valutazioni sono state condotte mediante il software *Paramics Discovery v. 27.0.2*, sofisticato strumento di microsimulazione dinamica del traffico, con il quale si è provveduto a replicare lo stato di fatto e a simulare lo stato di progetto.



Il modello di microsimulazione Paramics considera diverse tipologie di veicoli aventi le caratteristiche geometriche-funzionali riportate nella seguente tabella.

Tabella 4: Caratteristiche geometriche-funzionali dei veicoli.

Veicolo	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Altezza [m]	Peso [t]	Velocità massima [km/h]	Accelerazione [m/s ²]	Decelerazione [m/s ²]
Autovettura	4,00	1,60	1,30	0,80	160,00	2,50	4,50
Veicoli commerciali	6,00	2,30	2,60	2,50	130,00	1,80	3,90
Veicoli commerciali pesanti	8,00	2,40	3,40	15,00	105,00	1,10	3,20
Veicoli commerciali pesanti	11,00	2,50	3,40	38,00	105,00	1,40	3,70
Pullman	10,00	2,50	3,00	11,00	105,00	0,90	3,20
Bus	10,00	2,50	3,85	12,00	65,00	0,90	3,20



Figura 27: Esempi di schematizzazione della rete.

Come appena di sopra esplicato, la rete reale viene discretizzata mediante nodi e link ai quali è possibile associare delle *informazioni geometrico-funzionali*.

Le informazioni dei link sono:

- numero;
- tipologia;
- posizione tri-dimensionale;
- distanza di avvistamento.

Le informazioni geometriche dei link sono:

- numero;
- numero di corsie;
- larghezza complessiva;
- larghezza della corsia;
- lunghezza;
- senso unico o doppio senso;
- restringimento di carreggiata iniziale/finale;
- curvatura;
- etc.

Al link possono essere associate informazioni sul modello del gap acceptance (visibilità, sguardo oltre, immissione, attraversamento, libertà di movimento, etc.) sul comportamento (velocità, restrizioni, tipologia di

strada, rimanere in corsia, posteggi a lato, velocità finale, etc.), sul percorso (classificazione stradale, fattori di costo, etc.).

Le informazioni ricavabili dal lancio della simulazione microscopica si possono raggruppare in:

- generali;
- veicoli;
- percorsi;
- archi stradali e intersezioni (link e nodi).

Per descrivere la qualità della circolazione di una rete stradale ci si riconduce al sopra citato concetto del *Livello di Servizio* (LoS).

Per descrivere la qualità di circolazione lungo un tronco stradale (deflusso ininterrotto) ci si basa sul concetto della *densità media per corsia*. A seconda della tipologia di segmento (se indisturbato o in vicinanza di punti di conflitto quali scambi, immissioni o diversioni) varia il range della densità attribuito a ciascuna classe del Livello di Servizio.

In ambito autostradale, il Livello di Servizio varia a seconda dell'ambito di localizzazione. Nel caso di ambito urbano si considera un Livello di Servizio migliore rispetto all'ambito extraurbano per medesimi valori di densità.

Tabella 5: LoS per strade di tipologia A.

LOS	Freeway Facility Density (pc/mi/ln)	
	Urban	Rural
A	≤11	≤6
B	>11–18	>6–14
C	>18–26	>14–22
D	>26–35	>22–29
E	>35–45	>29–39
F	>45 or any component segment v_d/c ratio > 1.00	>39 or any component segment v_d/c ratio > 1.00

Per le strade extraurbane principali, il Livello di Servizio è paragonabile a quello calcolato per le autostrade in ambito urbano.

Tabella 6: LoS per strade di tipologia B.

LOS	Density (pc/mi/ln)
A	≤11
B	>11–18
C	>18–26
D	>26–35
E	>35–45
F	Demand exceeds capacity OR density > 45

Il Livello di Servizio nei punti in cui avvengono degli scambi tra la corrente principale e la corrente di immissione e diversione (tronchi di scambio) tiene conto sia della densità lungo la corrente principale sia della densità lungo il tronco di scambio e la classe di qualità varia a seconda della classificazione stradale (autostrada e strada extraurbana principale).

Tabella 7: LoS per strade di tipologia A e B nei punti di cambio di corsia.

LOS	Density (pc/mi/ln)	
	Freeway Weaving Segments	Weaving Segments on Multilane Highways or C-D Roads
A	0–10	0–12
B	>10–20	>12–24
C	>20–28	>24–32
D	>28–35	>32–36
E	>35–43	>36–40
F	>43, or demand exceeds capacity	>40, or demand exceeds capacity

Come per il tronco di scambio, anche nei punti in cui vi è la sola manovra di immissione o la manovra di diversione, il Livello di Servizio viene calcolato in rapporto alla densità sulla corrente principale e sulla rampa di immissione o diversione.

Tabella 8: LoS per strade di tipologia A e B nei punti di immissione o diversione.

LOS	Density (pc/mi/ln)
A	≤10
B	>10–20
C	>20–28
D	>28–35
E	>35
F	Demand exceeds capacity

Per le strade extraurbane secondarie, tipizzate da una sola corsia per senso di marcia, il Livello di Servizio varia a seconda della *densità dei veicoli follower* (condizionati dal veicolo che gli precede) e si diversifica anche in rapporto al limite di velocità vigente lungo il tronco stradale. La densità di veicoli follower dipende dalla percentuale del numero di veicoli che seguono un altro veicolo, dal volume di flusso che intende eseguire il sorpasso e dalla velocità media. La densità di follower è in grado di descrivere la libertà di manovra, il comfort di marcia e la praticità del viaggio.

Tabella 9: LoS per strade di tipologia C.

LOS	Follower Density (followers/mi/ln)	
	Higher-Speed Highways Posted Speed Limit ≥ 50 mi/h	Lower-Speed Highways Posted Speed Limit < 50 mi/h
A	≤ 2.0	≤ 2.5
B	> 2.0 – 4.0	> 2.5 – 5.0
C	> 4.0 – 8.0	> 5.0 – 10.0
D	> 8.0 – 12.0	> 10.0 – 15.0
E	> 12.0	> 15.0
F	Demand exceeds capacity	

Per le strade locali in ambito urbano il Livello di Servizio viene calcolato in rapporto alla *velocità di percorrenza* e al grado di saturazione (rapporto tra domanda potenziale e capacità).

Tabella 10: LoS per strade di tipologia F.

LOS	Travel Speed Threshold by Base Free-Flow Speed (mi/h)							Volume-to-Capacity Ratio ^a
	55	50	45	40	35	30	25	
A	>44	>40	>36	>32	>28	>24	>20	≤ 1.0
B	>37	>34	>30	>27	>23	>20	>17	
C	>28	>25	>23	>20	>18	>15	>13	
D	>22	>20	>18	>16	>14	>12	>10	
E	>17	>15	>14	>12	>11	>9	>8	
F	≤17	≤15	≤14	≤12	≤11	≤9	≤8	
F	Any							> 1.0

Note: ^a The critical volume-to-capacity ratio is based on consideration of the through movement volume-to-capacity ratio at each boundary intersection in the subject direction of travel. The critical volume-to-capacity ratio is the largest ratio of those considered.

Per descrivere la qualità di circolazione delle intersezioni (deflusso interrotto) il Livello di Servizio viene calcolato come *perditempo* dovuto alla *tipologia di controllo* dell'intersezione. Nel caso di intersezione semaforizzata il Livello di Servizio presenta una qualità superiore rispetto alle intersezioni a priorità o rotatoria per medesimi valori del tempo di ritardo.

Tabella 11: LoS per intersezioni semaforizzate.

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio ^a	
	≤1.0	>1.0
≤10	A	F
>10–20	B	F
>20–35	C	F
>35–55	D	F
>55–80	E	F
>80	F	F

Note: ^a For approach-based and intersectionwide assessments, LOS is defined solely by control delay.

Tabella 12: LoS per intersezioni a priorità e a rotatoria.

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0–10	A	F
>10–15	B	F
>15–25	C	F
>25–35	D	F
>35–50	E	F
>50	F	F

6 ANALISI DELLA CIRCOLAZIONE STRADALE

6.1 DISCRETIZZAZIONE DELL'OFFERTA

L'ambito oggetto di analisi è sito nel Comune di Rivergaro (PC). La rete viaria oggetto di discretizzazione è la S.S. n. 45, la S.P. n. 28 e Via del Pereto.

L'analisi prevede due scenari:

- Stato di fatto: intersezione a priorità nell'ora di punta del mattino 07:45 – 08:45 e nell'ora di punta della sera 18:00 – 19:00;
- Stato di progetto: intersezione a rotatoria nell'ora di punta del mattino 07:45 – 08:45 e nell'ora di punta della sera 18:00 – 19:00.

Per entrambi gli scenari sono stati simulati due periodi di simulazione relativi all'ora di punta del mattino e all'ora di punta della sera identificati mediante la fase di monitoraggio del traffico disposta ad hoc per la presente analisi.

6.1.1 STATO DI FATTO

L'intersezione attuale tra le viabilità convergenti al nodo è a priorità lungo la Strada Statale. La configurazione del nodo non presenta corsie specializzate per la svolta lungo la S.S. n. 45 mentre vi sono delle corsie di canalizzazione per le manovre provenienti dalla S.P. n. 28.

La rete viaria è stata schematizzata mediante link e nodi per un'area di 0,3 kmq.

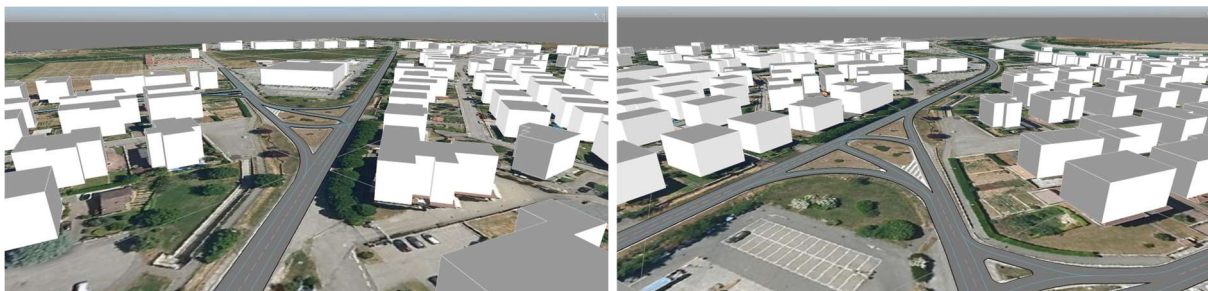


Figura 28: Rappresentazione 3D dello Stato di Fatto.

Sono state definite 4 zone origine/destinazione relative alla viabilità in esame, così identificate:

- zona 01: S.S. n. 45 est;
- zona 02: S.S. n. 45 ovest;
- zona 03: S.P. n. 28;
- zona 04: Via del Pereto.



Figura 29: Zone di origine-destinazione - Stato di Fatto.

6.1.2 STATO DI PROGETTO

Nello stato di progetto si prevede la conversione dell'attuale intersezione a priorità in intersezione a rotatoria. La rete viaria è stata schematizzata con nodi e link per un'estensione superficiale di circa 0,3 kmq.

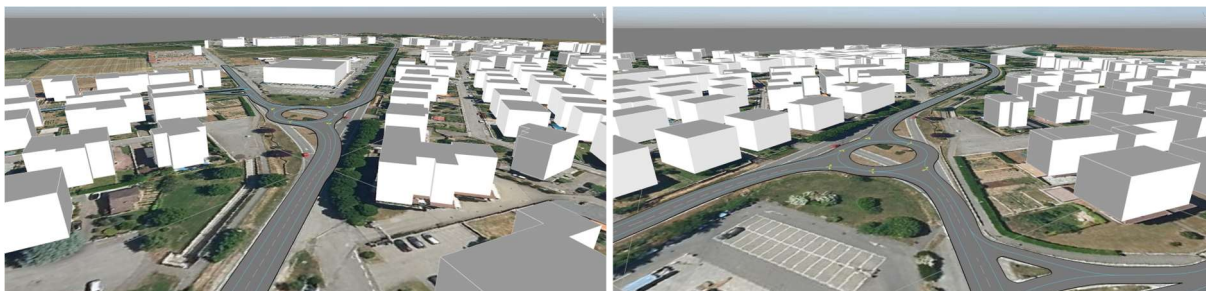


Figura 30: Rappresentazione 3D dello Stato di Progetto.

Coerentemente con quanto previsto per lo Stato di Fatto, il numero di zone e loro ubicazione è rimasto invariato:

- zona 01: S.S. n. 45 est;
- zona 02: S.S. n. 45 ovest;
- zona 03: S.P. n. 28;
- zona 04: Via del Pereto.



Figura 31: Zone di origine-destinazione - Stato di Progetto.

6.2 DISCRETIZZAZIONE DELLA DOMANDA

Sulla base dei dati raccolti durante l'attività di monitoraggio del traffico è stata determinata la matrice origine-destinazione del nodo viario oggetto di analisi in rapporto alla distribuzione dei volumi di traffico per le diverse manovre suddivise per tipologia veicolare.

Al fine di considerare la peggiore condizione di traffico, i motoveicoli vengono considerati come autovetture e ciò è giustificato dal fatto che, in generale, i motociclisti utilizzano l'automobile come mezzo alternativo durante la stagione invernale. Con il medesimo scopo, si considera un coefficiente correttivo che tramuta i volumi di traffico dal mese in cui è stato eseguito il conteggio (luglio/agosto) al mese più critico. Dai dati ricavati dalle stazioni di monitoraggio, il coefficiente incrementale risulta pari al 5,8%.

Si ottiene un volume di traffico totale pari a 1525 veic.eq/h al mattino e pari a 1735 veic.eq/h alla sera.

Per ogni periodo di simulazione è stato specificato il profilo temporale della domanda in modo tale da simulare la dinamica interperiodale.

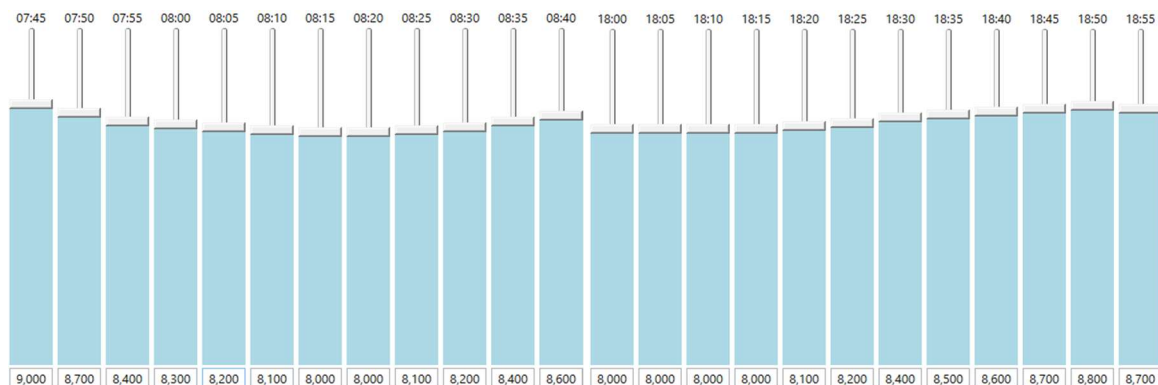


Figura 32: Profilo temporale della domanda di mobilità.

6.2.1 STATO DI FATTO

A seguire si riportano le matrici origine-destinazione utilizzate per lo scenario con intersezione a priorità.

Tabella 13: Matrice OD – SDF mattino 07:45 - 08:45.

Matrice 07:45 - 8:45					Matrice 07:45 - 8:45					Matrice 07:45 - 8:45				
Autovetture					Veicoli commerciali leggeri					Veicoli commerciali pesanti				
O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4
1	0	287	56	6	1	0	37	3	0	1	0	5	1	2
2	503	0	208	23	2	19	0	6	1	2	13	0	1	1
3	55	94	0	10	3	17	11	0	4	3	1	4	0	0
4	15	26	28	0	4	2	1	0	0	4	1	2	0	0

Tabella 14: Matrici OD – SDF sera 18:00 - 19:00.

Matrice 18:00 - 19:00					Matrice 18:00 - 19:00					Matrice 18:00 - 19:00				
Autovetture					Veicoli commerciali leggeri					Veicoli commerciali pesanti				
O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4
1	0	545	133	15	1	0	20	5	1	1	0	1	3	1
2	334	0	123	14	2	21	0	4	1	2	3	0	1	1
3	105	255	0	32	3	2	8	0	2	3	5	0	0	0
4	6	14	25	0	4	0	3	2	0	4	0	0	0	0

6.2.2 STATO DI PROGETTO

A seguire si riportano le matrici origine-destinazione utilizzate per lo scenario con intersezione a rotatoria che risultano inalterate rispetto allo Stato di Fatto.

Tabella 15: Matrici OD - SDP mattino 07:45 - 08:45.

Matrice 07:45 - 8:45					Matrice 07:45 - 8:45					Matrice 07:45 - 8:45				
Autovetture					Veicoli commerciali leggeri					Veicoli commerciali pesanti				
O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4
1	0	287	56	6	1	0	37	3	0	1	0	5	1	2
2	503	0	208	23	2	19	0	6	1	2	13	0	1	1
3	55	94	0	10	3	17	11	0	4	3	1	4	0	0
4	15	26	28	0	4	2	1	0	0	4	1	2	0	0

Tabella 16: Matrici OD - SDP sera 18:00 - 19:00.

Matrice 18:00 - 19:00					Matrice 18:00 - 19:00					Matrice 18:00 - 19:00				
Autovetture					Veicoli commerciali leggeri					Veicoli commerciali pesanti				
O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4	O/D	1	2	3	4
1	0	545	133	15	1	0	20	5	1	1	0	1	3	1
2	334	0	123	14	2	21	0	4	1	2	3	0	1	1
3	105	255	0	32	3	2	8	0	2	3	5	0	0	0
4	6	14	25	0	4	0	3	2	0	4	0	0	0	0

6.3 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

I risultati della simulazione sono evidenziati nelle tavole in Allegato, in cui si rappresentano graficamente ed a livello qualitativo:

- Volume di traffico;
- Velocità di percorrenza;
- Lunghezza massima degli accodamenti;
- Tempo di percorrenza;
- Tempo di viaggio;

I risultati ottenuti dalla simulazione sono stati validati confrontando i volumi di traffico dell'ora di punta generati nel modello e i volumi di traffico dell'ora di punta effettivamente misurati mediante la formazione del GEH statistic (*Freeway System Operational Assessment "Paramics Calibration and Validation Guidelines"*):

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

dove M è il volume di traffico complessivo generato dal modello e C è il volume di traffico complessivo misurato. Il valore di GEH per la somma di tutti i flussi dei link deve essere inferiore a 4 per accettare i risultati ed inoltre la differenza tra M e C deve essere inferiore al 5%:

$$\frac{|M - C|}{C} < 5\%$$

Tabella 17: Calibrazione dei volumi di traffico – Mattina.

Ramo/Strada	Direzione	Link	Simulati [veic/h]	Rilevati [veic/h]	Differenza [%]
S.S. n. 45 est	Est	08:09	628	626	+0,3%
S.S. n. 45 est	Ovest	09:08	396	397	-0,3%
S.S. n. 45 ovest	Est	04:05, 05:06	776	780	-0,5%
S.S. n. 45 ovest	Ovest	06:05, 05:04	468	467	+0,2%
S.P. n. 28	Nord	11:14	308	308	+0,0%
S.P. n. 28	Sud	14:11	230	229	+0,4%

Sulla base dei valori della sopra tabella, il valore del parametro GEH statistic risulta:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \cdot (M - C)^2}{M + C}} = 0,0 < 4$$

e la differenza in percentuale tra i volumi simulati e quelli rilevati:

$$\frac{|M - C|}{C} = 0,0\% < 5\%$$

Tabella 18: Calibrazione dei volumi di traffico – Sera.

Ramo/Strada	Direzione	Link	Simulati [veic/h]	Rilevati [veic/h]	Differenza [%]
S.S. n. 45 est	Est	08:09	475	476	-0,2%
S.S. n. 45 est	Ovest	09:08	725	724	+0,1%
S.S. n. 45 ovest	Est	04:05, 05:06	501	502	-0,2%
S.S. n. 45 ovest	Ovest	06:05, 05:04	847	846	+0,1%
S.P. n. 28	Nord	11:14	302	302	+0,0%
S.P. n. 28	Sud	14:11	397	398	-0,3

Sulla base dei valori della sopra tabella, il valore del parametro GEH statistic risulta:

$$GEH = \sqrt{\frac{2 \cdot (M - C)^2}{M + C}} = 0,0 < 4$$

e la differenza in percentuale tra i volumi simulati e quelli rilevati:

$$\frac{|M - C|}{C} = 0,0\% < 5\%$$

Da come si evince, il valore di GEH e la differenza tra i volumi simulati e i volumi rilevati rimane al di sotto della soglia di accettazione.

Per poter determinare la qualità di circolazione della rete, si determina il LoS che esprime un giudizio oggettivo sulla qualità della circolazione in rapporto all'interazione tra la domanda di spostamento e l'offerta di trasporto. Come già anticipato nel Capitolo 4, il Livello di Servizio A corrisponde alla condizione ottimale in cui il generico utente si trova nella situazione di poter adottare il proprio comportamento di guida in modo indipendente dagli altri veicoli e quindi non è soggetto ai mutui-condizionamenti; mentre il Livello di Servizio F corrisponde alla peggiore condizione in cui si verificano fenomeni di congestione causati da un valore della domanda di spostamento superiore alla capacità disponibile.

Nel caso di intersezioni, il LoS viene determinato sulla base del *perditempo* correlato alla tipologia di controllo e viene calcolato come differenza tra il tempo impiegato e il tempo impiegato nella condizione di deflusso libero.

Di seguito si riportano i Livelli di Servizio per ciascun approccio all'intersezione ricavati dal valore del perditempo.

Tabella 19: Ritardi e LoS degli approcci – SDF mattina.

Ramo/Strada	Direzione	Link	Ritardo [s]	Volume di traffico [veic/h]	LdS [-]
S.S. n. 45 est	Ovest	09:08	2,6	396	A
S.S. n. 45 ovest	Est	04:05, 05:06	2,6	777	A
S.P. n. 28	Est	17:15, 15:14, 14:11, 11:12, 12:07	19,4	92	C
S.P. n. 28	Ovest	17:15, 15:14, 14:11, 11:12, 12:19, 19:06	9,5	139	A
Via del Pereto	S.P. n. 28 Nord	23:21, 21:22, 22:15	5,1	28	A
Via del Pereto	S.P. n. 28 Sud	23:21, 21:22, 22:15	2,8	47	A

Sulla base dei ritardi e dei volumi per ciascun approccio si calcola il perditempo complessivo dell'intersezione come:

$$\bar{d} = \frac{\sum_i^n d_i \cdot v_i}{\sum_i^n v_i}$$

dove d_i è il perditempo del ramo i -esimo e v_i è il volume di traffico simulato dell' i -esimo ramo.

Il perditempo totale dell'intersezione per lo scenario Stato di Fatto mattina risulta pari a 4,3 s che corrisponde ad un Livello di Servizio A.

Tabella 20: Ritardi e LoS degli approcci – SDF sera.

Ramo/Strada	Direzione	Link	Ritardo [s]	Volume di traffico [veic/h]	LdS [-]
S.S. n. 45 est	Ovest	09:08	2,7	725	A
S.S. n. 45 ovest	Est	04:05, 05:06	2,5	501	A
S.P. n. 28	Est	17:15, 15:14, 14:11, 11:12, 12:07	16,9	118	C
S.P. n. 28	Ovest	17:15, 15:14, 14:11, 11:12, 12:19, 19:06	10,6	280	B
Via del Pereto	S.P. n. 28 Nord	23:21, 21:22, 22:15	7,5	27	A
Via del Pereto	S.P. n. 28 Sud	23:21, 21:22, 22:15	3,3	23	A

Il perditempo totale dell'intersezione per lo scenario Stato di Fatto sera risulta pari a 5,0 s che corrisponde ad un Livello di Servizio A.

Come per lo Stato di Fatto, si riporta a seguire i Livelli di Servizio e i relativi perditempo dello Scenario di Progetto per ciascun approccio dell'intersezione a rotatoria.

Tabella 21: Ritardi e LoS degli approcci – SDP mattina.

Ramo/Strada	Direzione	Link	Ritardo [s]	Volume di traffico [veic/h]	LdS [-]
S.S. n. 45 est	Ovest	09:08, 08:20	6,7	396	A
S.S. n. 45 ovest	Est	04:05, 05:06, 06:25	4,2	777	A
S.P. n. 28	Sud	17:15, 15:14, 14:11, 11:26	8,8	229	A
Via del Pereto	S.P. n. 28 Nord	23:21, 21:22, 22:15	3,2	28	A
Via del Pereto	S.P. n. 28 Sud	23:21, 21:22, 22:15	2,9	47	A

Il perditempo totale dell'intersezione per lo scenario Stato di Progetto mattina risulta pari a 5,5 s che corrisponde ad un Livello di Servizio A.

Tabella 22: Ritardi e LoS degli approcci – SDP sera.

Ramo/Strada	Direzione	Link	Ritardo [s]	Volume di traffico [veic/h]	LdS [-]
S.S. n. 45 nord	Sud	09:08, 08:20	6,8	723	A
S.S. n. 45 sud	Nord	04:05, 05:06, 06:25	6,6	502	A
S.P. n. 28	Sud	17:15, 15:14, 14:11, 11:26	13,2	398	B
Via del Pereto	S.P. n. 28 Nord	23:21, 21:22, 22:15	9,4	27	A
Via del Pereto	S.P. n. 28 Sud	23:21, 21:22, 22:15	4,1	23	A

Il perditempo totale dell'intersezione per lo scenario Stato di Progetto sera risulta pari a 8,3 s che corrisponde ad un Livello di Servizio A.

Nello scenario Stato di Fatto si riscontra un perditempo complessivo del nodo di circa 4 secondi al mattino e di circa 5 secondi alla sera. In questo scenario si nota un maggior perditempo al nodo nel periodo serale per via del maggiore flusso lungo la Strada Statale di direzione ovest che crea ostacolo per i veicoli che eseguono la manovra dal ramo della S.P. n. 28. Il Livello di servizio è pari ad A per tutti i rami al di fuori della manovra con origine S.P. n. 28 e destinazione S.S. n. 45 est in cui si ha un Livello di Servizio C.

Nello scenario Stato di Progetto si riscontra un aumento generale del tempo impiegato all'intersezione: con un valore di circa 6 secondi al mattino e 8 secondi alla sera. La differenza tra i due periodi di simulazione trova medesima giustificazione di quanto descritto per lo scenario Stato di Fatto. Nella configurazione a rotatoria si nota un Livello di Servizio pari ad A per tutte le manovre al di fuori del ramo della S.P. n. 28 convergente all'anello in cui si ha un Livello di Servizio pari a B nel periodo serale.



Figura 33 Circolazione a rotatoria nello scenario SDP.

Nello scenario SDP si ha un leggero aumento del tempo di viaggio tra le diverse zone di origine e destinazione. Tale aumento trova riscontro nella condizione per cui gli utenti che transitano nel nodo con direttrice nord-sud lungo la S.S. n. 45 moderano la propria velocità per poter iscriversi nell'anello giratorio. A seguire si riporta il tempo di viaggio medio ponderato sui volumi di traffico.

Tabella 23: Tempo di viaggio medio per i diversi scenari.

Scenario	Tempo di viaggio medio [s]
SDF mattina	41,8
SDF sera	41,6
SDP mattina	48,7
SDP sera	48,8

Il generico utente che si trova ad impegnare la rete oggetto di analisi aumenta il proprio tempo di percorrenza di circa 7 secondi nel passaggio da intersezione a priorità ad intersezione regolata con circolazione a rotatoria.

7 CONCLUSIONI

Il presente elaborato, con relativa Appendice e Allegati, riporta l'analisi della circolazione stradale relativa all'intersezione a priorità tra la S.S. n. 45 e la S.P. n. 28 nel Comune di Rivergaro in Provincia di Piacenza.

Al fine di valutare l'impatto della conversione dell'attuale tipologia di controllo in rotatoria, è stata condotta prima un'attività di monitoraggio del traffico e poi un'analisi del deflusso mediante l'utilizzo di uno strumento di microsimulazione del traffico.

Dall'attività di monitoraggio è emersa l'importanza dell'asse viario della S.S. n. 45 avente un flusso di punta mattutino in direzione nord di circa 660 veic.eq./h e in direzione sud di circa 425 veic.eq./h. Nell'orario di punta serale la S.S. n. 45 riporta un flusso in direzione nord circa pari a 496 veic.eq./h e in direzione sud circa pari a 742 veic.eq./h.

Il ramo affluente sulla S.S. n. 45 della S.P. n. 28 riporta un valore di flusso circa pari a 300 veic.eq./h nell'ora di punta mattutina per entrambe le direzioni e un flusso di circa 350 veic.eq./h nell'ora di punta serale per entrambe le direzioni.

Sulla base dei risultati ottenuti mediante il modello di microsimulazione è stato ricavato il perditempo connesso alla tipologia di controllo e alla distribuzione dei flussi nei due periodi di punta e per i due scenari. Da quanto emerso nei risultati, il Livello di Servizio risulta pari a A per entrambi i periodi di simulazione e per entrambi gli scenari (SDF e SDP).

La peggiore condizione si verifica nello Stato di Fatto in cui si determina un Livello di Servizio C per la manovra proveniente dal ramo della S.P. n. 28 con destinazione verso est lungo la S.S. n. 45. Tale connessione trova un netto miglioramento nello Stato di Progetto dato che il LoS si tramuta in A o al massimo in B nel periodo serale in cui si ha un maggiore volume di traffico che ostacola l'immissione delle manovre provenienti dalla S.P. n. 28.

La nuova intersezione a rotatoria comporta un miglioramento delle condizioni di circolazione al nodo anche se il tempo di viaggio medio subisce un incremento di circa 7 secondi. Tale incremento è correlato alla diminuzione delle velocità dei veicoli che transitano lungo la S.S. n. 45 che si tramuta in un aumento del perditempo complessivo.

In rapporto a quanto esaminato ed espresso, si conclude che l'intervento in esame non comporti un aggravio delle condizioni di circolazione della rete e, di conseguenza, la conversione dell'attuale intersezione trova razionale giustificazione.

ALLEGATO A

A seguire si riportano per ogni scenario di analisi:

- Grafo
- Linee di desiderio
- Velocità media di percorrenza;
- Tempo di percorrenza;
- Volume di traffico;
- Tempo di viaggio
- Lunghezza massima delle code;

STATO DI FATTO

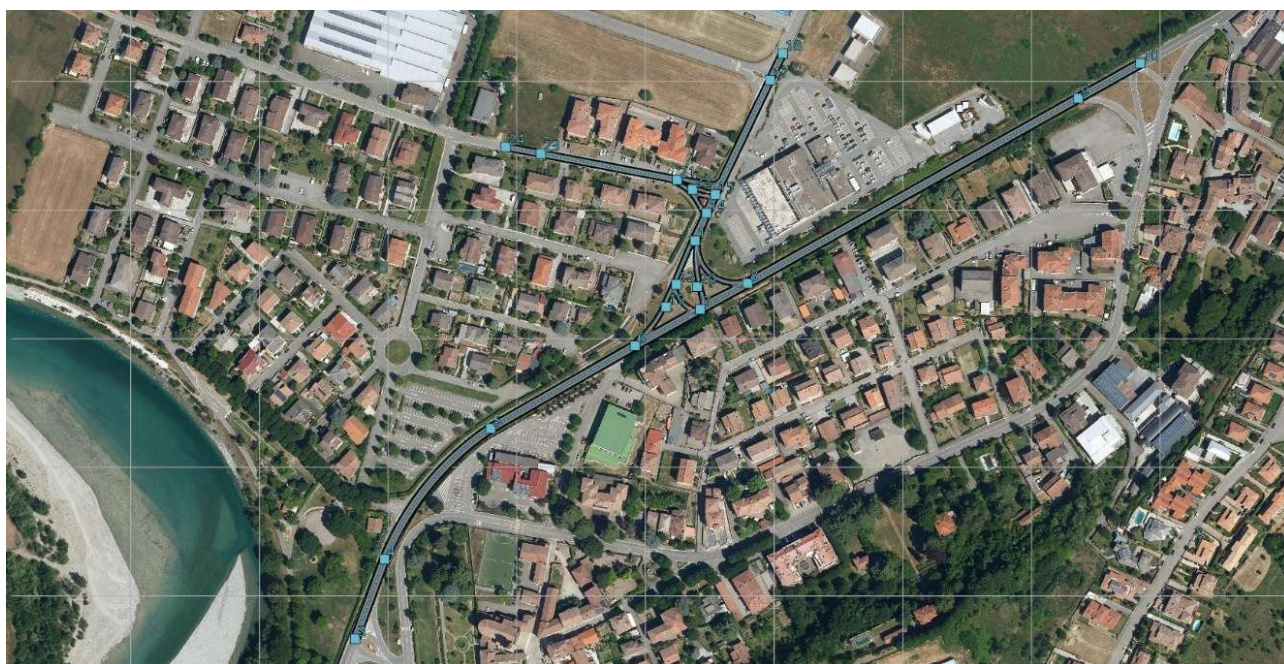


Figura 34: Grafo – SDF.

MATTINA



Figura 35: Linee di desiderio - SDF mattina.

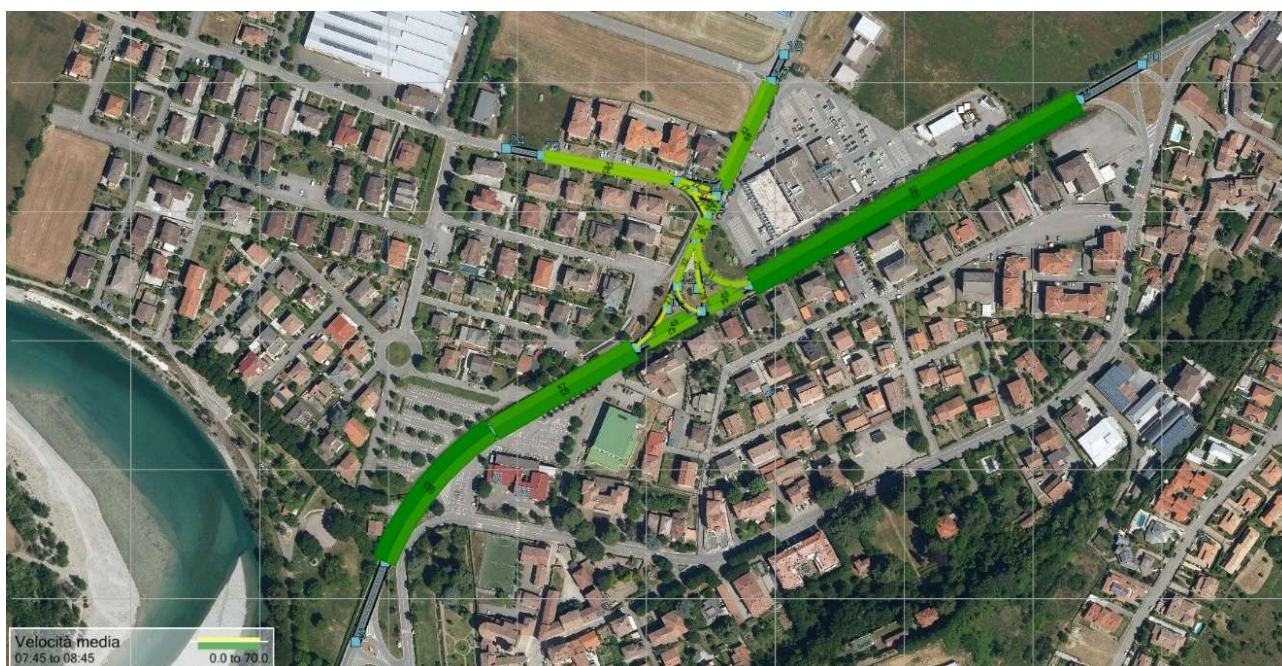


Figura 36: Velocità media di percorrenza - SDF mattina.



Figura 37: Tempo di percorrenza medio - SDF mattina.

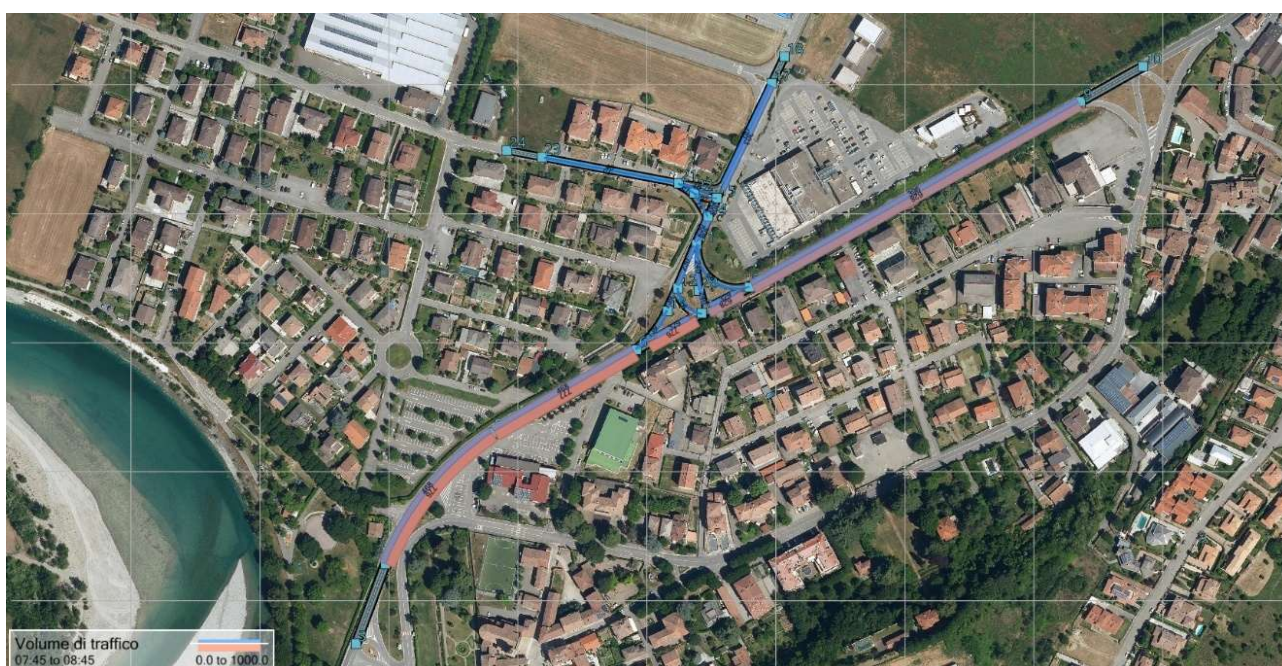


Figura 38: Volumi di traffico - SDF mattina.



Figura 39: Tempo di viaggio - SDF mattina,

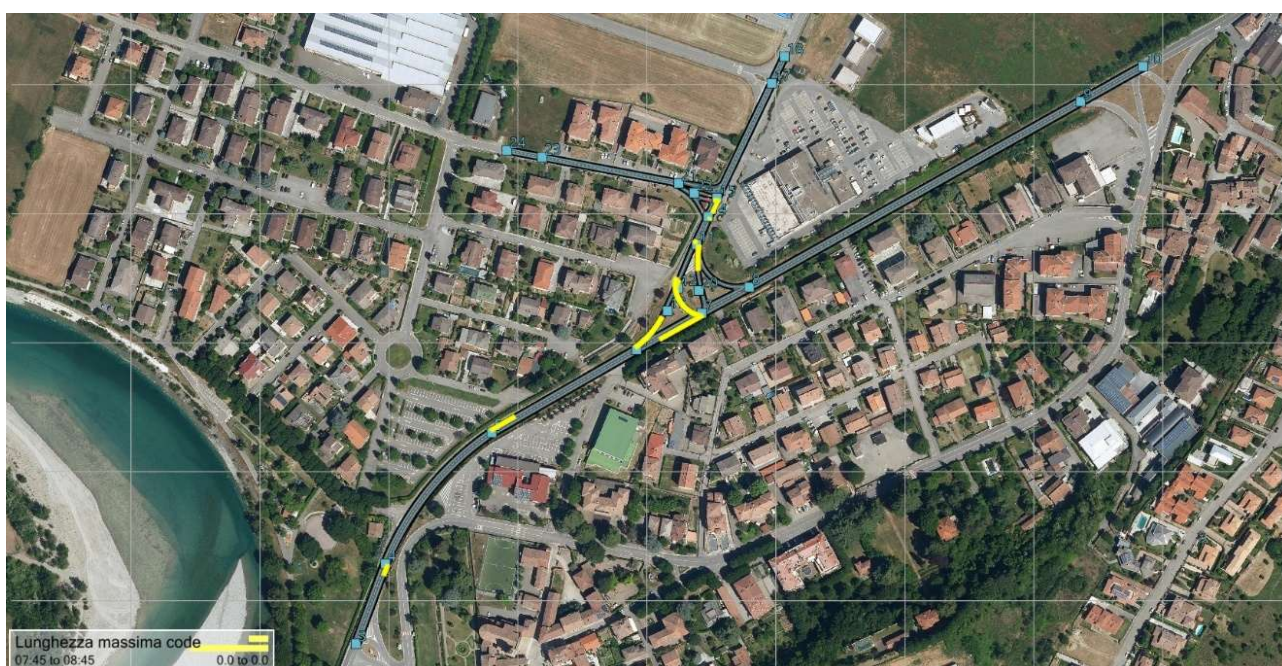


Figura 40: Lunghezza massima delle code - SDF mattina.

SERA



Figura 41: Linee di desiderio - SDF sera.

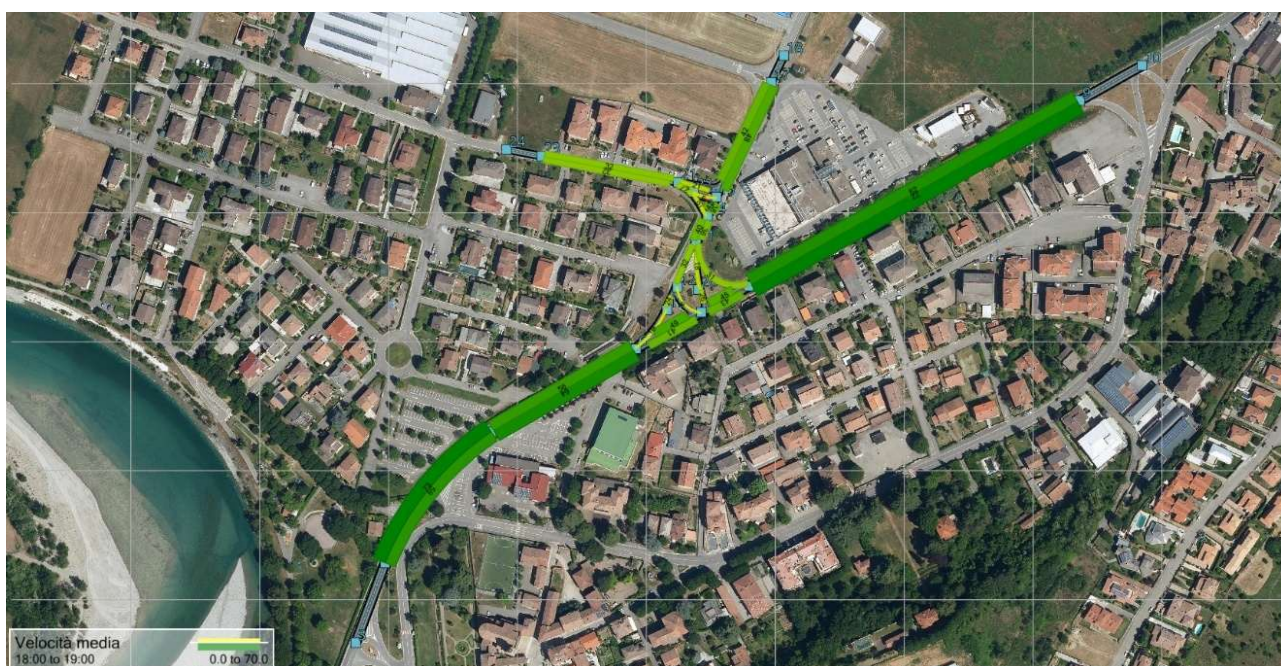


Figura 42: Velocità media di percorrenza - SDF sera.



Figura 43: Tempo di percorrenza medio - SDF sera.



Figura 44: Volumi di traffico - SDF sera.



Figura 45: Tempo di viaggio - SDF sera.

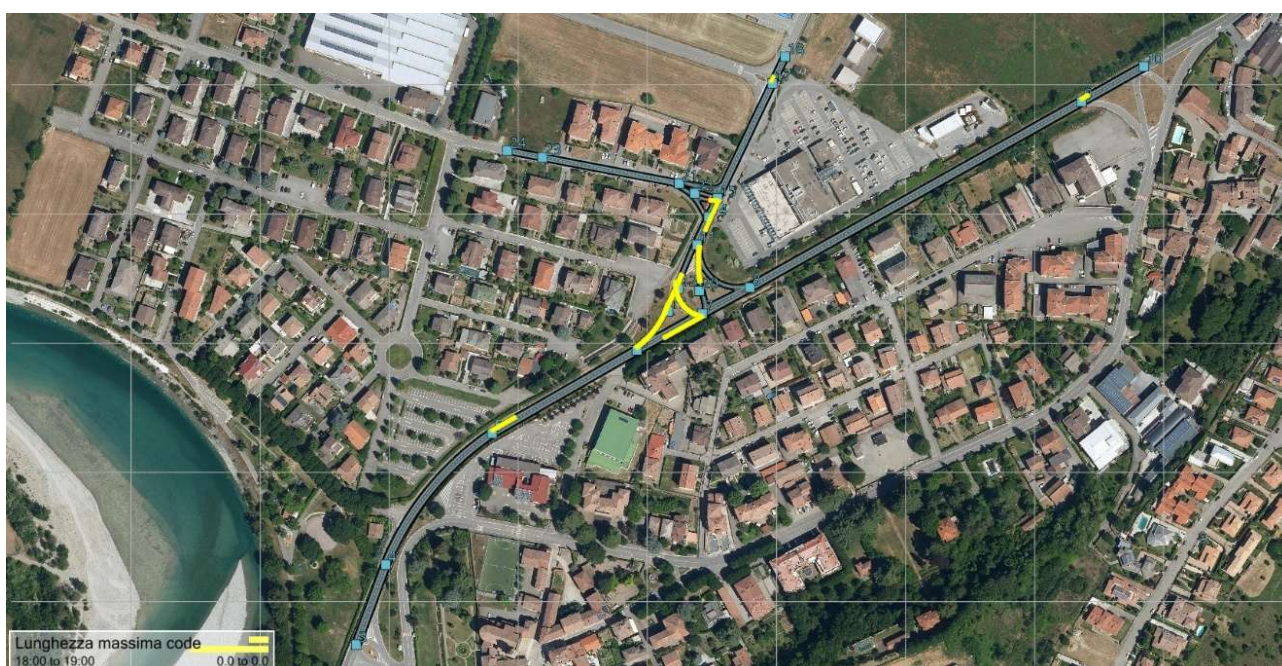


Figura 46: Lunghezza massima delle code - SDF sera.

STATO DI PROGETTO



Figura 47: Grafo - SDP.

MATTINA



Figura 48: Velocità media di percorrenza - SDP mattina.



Figura 49: Tempo di percorrenza medio - SDP mattina.



Figura 50: Volumi di traffico - SDP mattina.



Figura 51: Tempi di viaggio - SDP mattina.



Figura 52: Lunghezza massima delle code - SDP mattina.

SERA



Figura 53: Velocità media di percorrenza - SDP sera.



Figura 54: Tempo di percorrenza medio - SDP sera.



Figura 55: Volumi di traffico - SDP sera.



Figura 56: Tempo di viaggio - SDP sera.

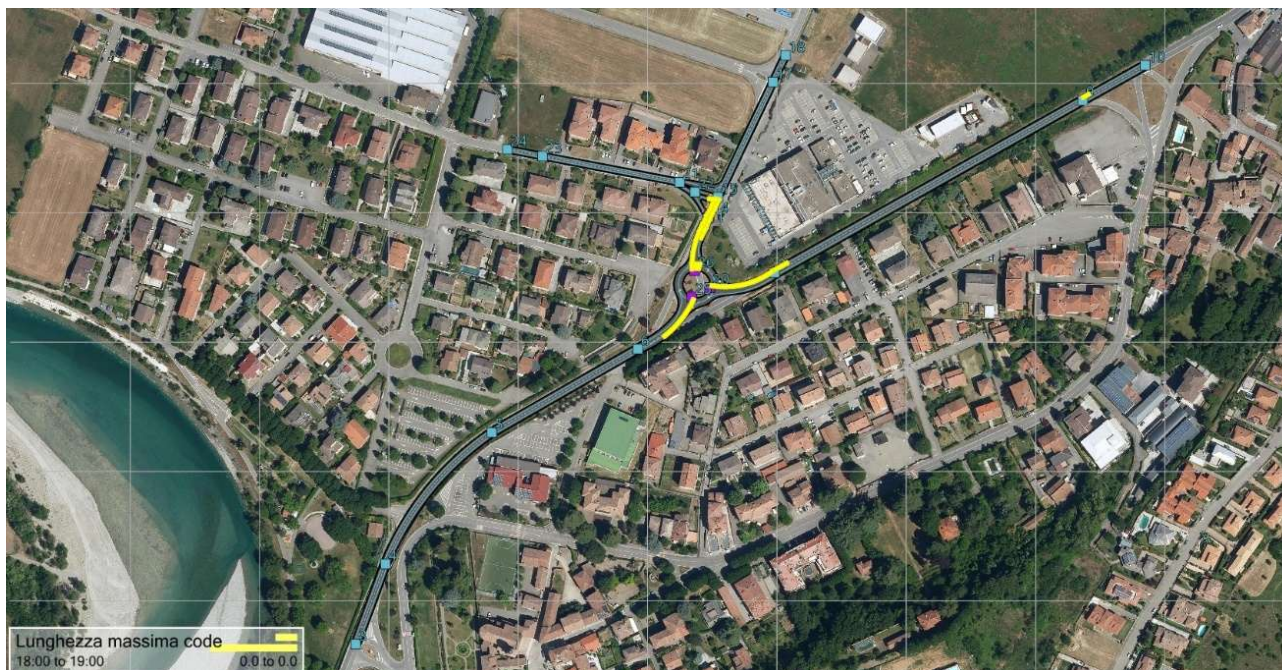


Figura 57: Lunghezza massima delle code - SDP sera.

APPENDICE

Nell'appendice si riportano le elaborazioni dei dati raccolti: dalle sezioni di monitoraggio in continuo della Regione Emilia-Romagna, dai conteggi manuali in sezione e dai conteggi a terminale delle videoregistrazioni acquisite mediante videocamere.

Per i dati delle *sezioni di monitoraggio in continuo* si riporta:

- flussogramma settimanale per direzione e per sezione;
- tabella e grafico dell'andamento annuale del TGM (2008-2024);
- tabella dell'andamento annuale della distribuzione dei volumi di traffico per direzione o per categoria;
- grafico dell'andamento annuale della percentuale di veicoli leggeri e pesanti;
- tabella e grafico dell'andamento medio mensile del TGM dal 2008 al 2024.

Per i dati dei *conteggi in sezione* si riporta:

- tabella con rappresentazione, per intervalli di 15 minuti, per singola direzione e categoria veicolare il numero di passaggi;
- flussogramma 15' e orario per ogni direzione di marcia e per sezione;
- diagramma a torta con rappresentazione in percentuale della distribuzione delle categorie veicolari.

Per i dati dei *conteggi al nodo* si riporta:

- tabelle con il volume orario totale del nodo per tipologia veicolare e in autovetture equivalenti;
- tabelle con il valore orario per tipologia veicolare e per manovra.

Padova, 07/02/2025

IL PROGETTISTA

Ing. Andrea De Pin



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'A. De Pin'. To the right of the signature is a circular professional stamp in blue ink. The stamp contains the text 'ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI TREVISO' around the top edge, 'A 3258' in the center, and 'Dott. Ing. ANDREA DE PIN' around the bottom edge.

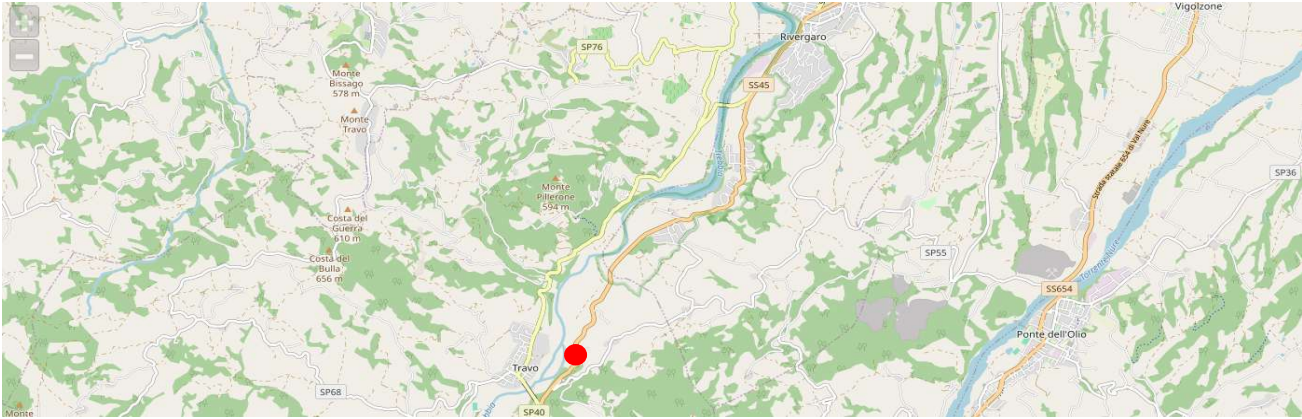
CONSULENZA SPECIALISTICA

Dott. Ing. Andrea Strobbe

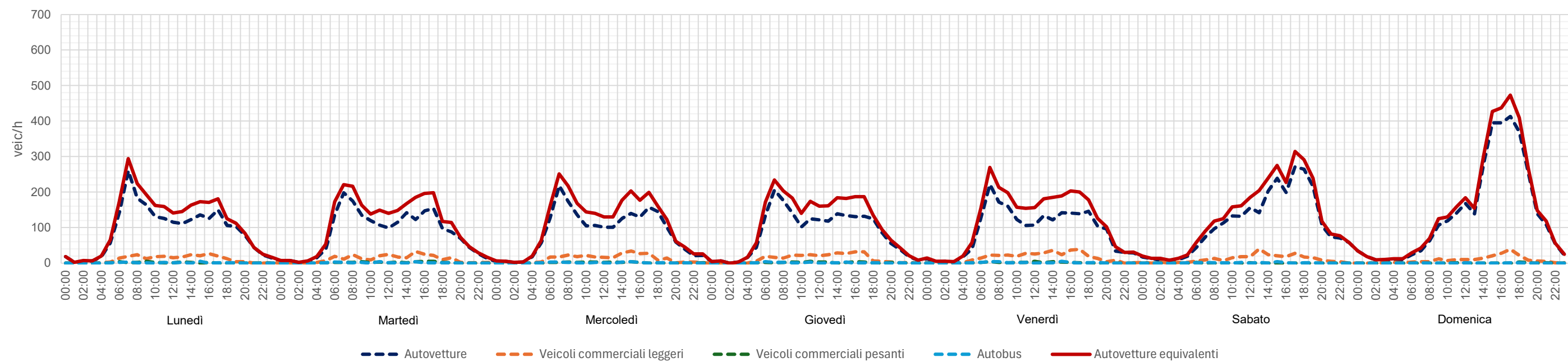
REPORT VOLUMI DI TRAFFICO

STAZIONE DI MONITORAGGIO N. 307

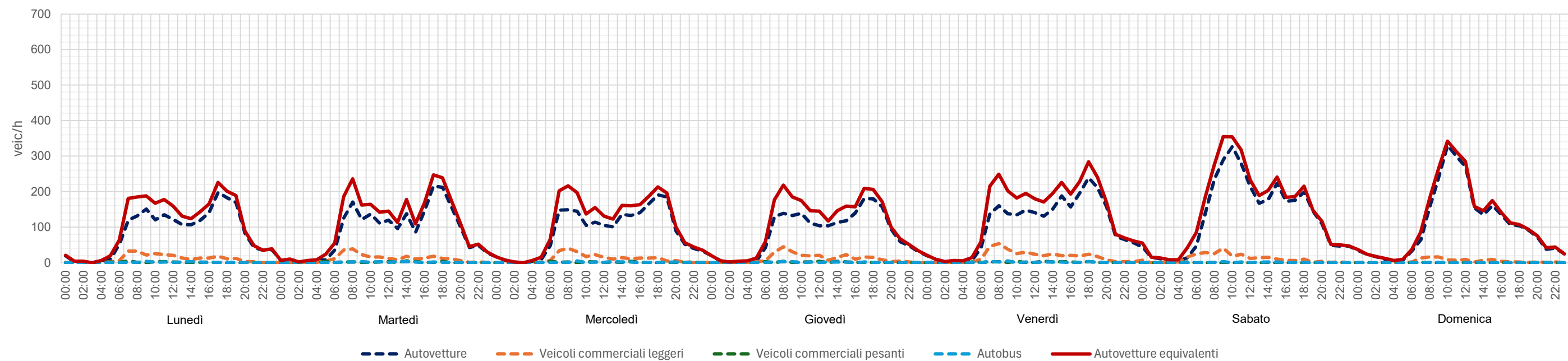
S.S. n. 45 a Travo tra Rivergaro e Perino



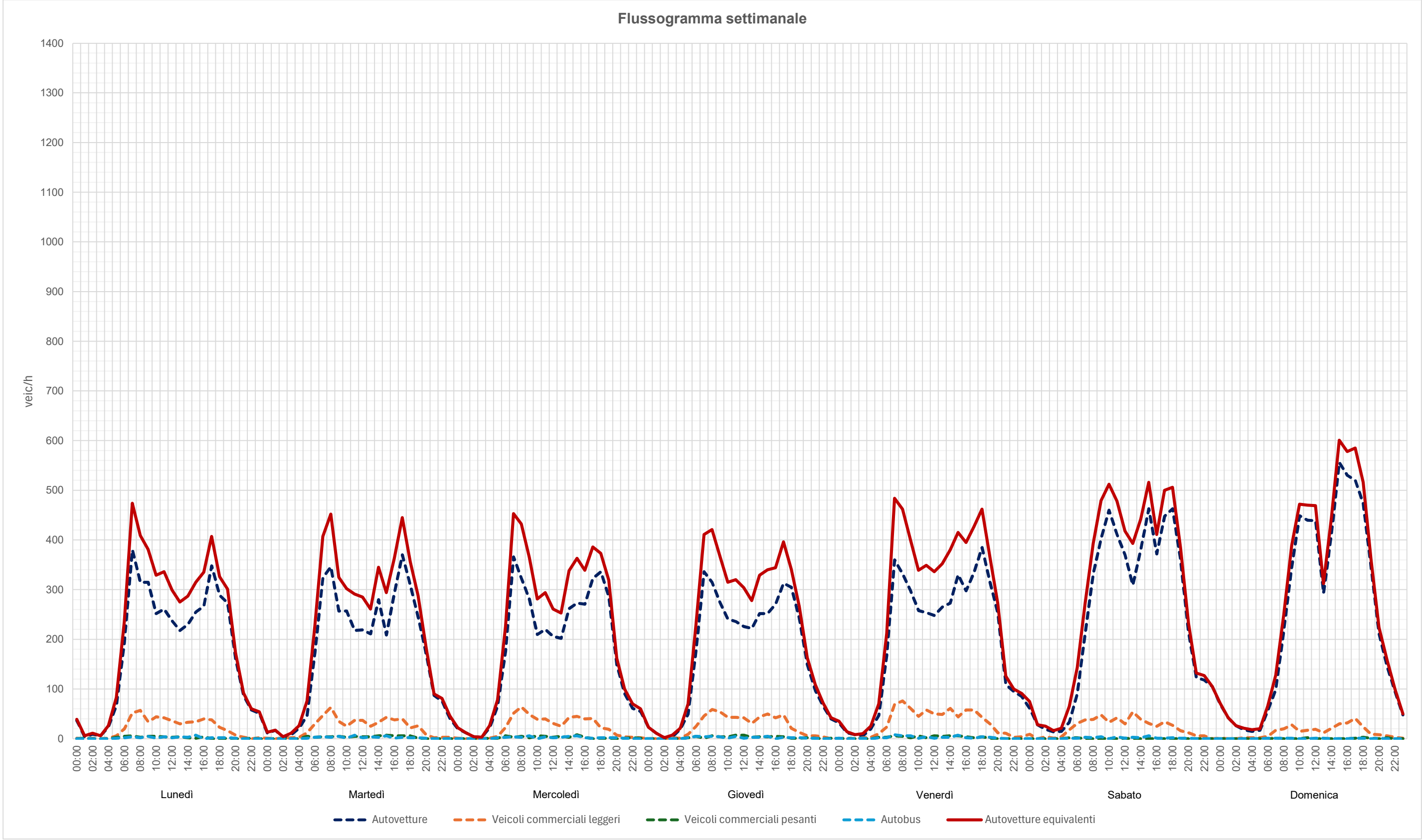
Flussogramma settimanale direzione nord



Flussogramma settimanale direzione sud



Flussogramma settimanale



NB: Il periodo di riferimento è dal 15.04.2024 - 21.04.2024

NB: I veicoli commerciali leggeri corrispondo a 1,5 autovetture e i veicoli commerciali pesanti e autobus corrispondono a 2 autovetture

Andamento annuale del TGM 2008-2024

Anno	TGM totale	TGM V. leggeri	% V. Leggeri	TGM V.pesanti	% V. Pesanti
2008	4471	4294	96.0	177	4.0
2009	5279	5051	95.7	228	4.3
2010	5231	5016	95.9	215	4.1
2011	5279	5072	96.1	206	3.9
2012	5173	4995	96.6	178	3.4
2013	5041	4872	96.7	169	3.4
2014	5000	4832	96.6	169	3.4
2015	5180	5006	96.6	174	3.4
2016	5271	5095	96.7	175	3.3
2017	5501	5332	96.9	168	3.1
2018	5408	5242	96.9	166	3.1
2019	5500	5330	96.9	170	3.1
2020	4745	4592	96.8	153	3.2
2021	5556	5375	96.7	182	3.3
2022	5766	5591	97.0	174	3.0
2023	5760	5602	97.3	158	2.8
2024	5068	4945	97.6	123	2.4

Andamento medio mensile del TGM 2008-2024

Mese	TGM totale	TGM leggeri	% V. Leggeri	TGM pesanti	% V. Pesanti
Gennaio	1920	1855	96.6	65	3.4
Febbraio	2046	1971	96.3	75	3.7
Marzo	2144	2057	95.9	87	4.1
Aprile	2458	2372	96.5	86	3.5
Maggio	2576	2481	96.3	95	3.7
Giugno	3177	3073	96.7	104	3.3
Luglio	3777	3663	97.0	114	3.0
Agosto	3959	3867	97.7	92	2.3
Settembre	2833	2721	96.1	112	4.0
Ottobre	2542	2439	96.0	103	4.1
Novembre	2258	2171	96.2	87	3.9
Dicembre	2077	2008	96.7	69	3.3

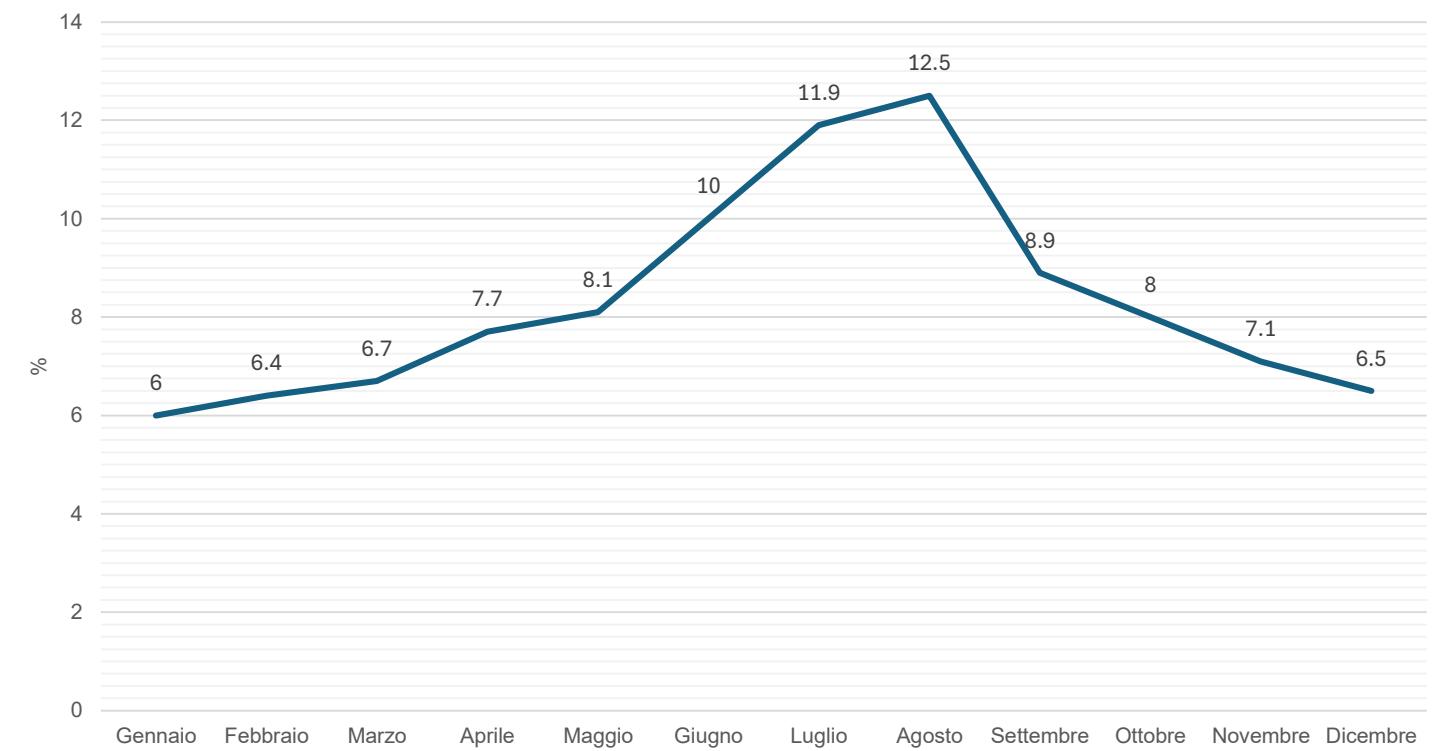
Distribuzione dei volumi di traffico per direzione 2008-2024

Anno	Direzione nord			Direzione sud		
	% Totale	% V. Leggeri	% V. pesanti	% Totale	% V. Leggeri	% V. pesanti
2008	50.1	50.1	51.7	49.9	49.9	48.3
2009	50.1	50.0	51.2	49.9	50.0	48.8
2010	50.1	50.1	51.1	49.9	49.9	48.9
2011	50.0	50.0	51.4	50.0	50.0	48.6
2012	50.0	49.9	51.5	50.1	50.1	48.5
2013	50.0	50.0	50.3	50.0	50.0	49.7
2014	50.0	50.0	50.8	50.0	50.0	49.3
2015	50.0	50.0	51.1	50.0	50.0	48.9
2016	49.9	49.9	51.2	50.1	50.1	48.8
2017	49.9	49.9	50.8	50.1	50.1	49.2
2018	49.8	49.8	50.8	50.2	50.3	49.2
2019	49.9	49.9	50.8	50.1	50.2	49.2
2020	49.7	49.7	50.4	50.3	50.3	49.6
2021	49.7	49.7	50.6	50.3	50.3	49.4
2022	49.9	49.9	50.9	50.1	50.2	49.1
2023	50.0	50.0	51.2	50.0	50.1	48.8
2024	49.8	49.8	51.4	50.2	50.2	48.6

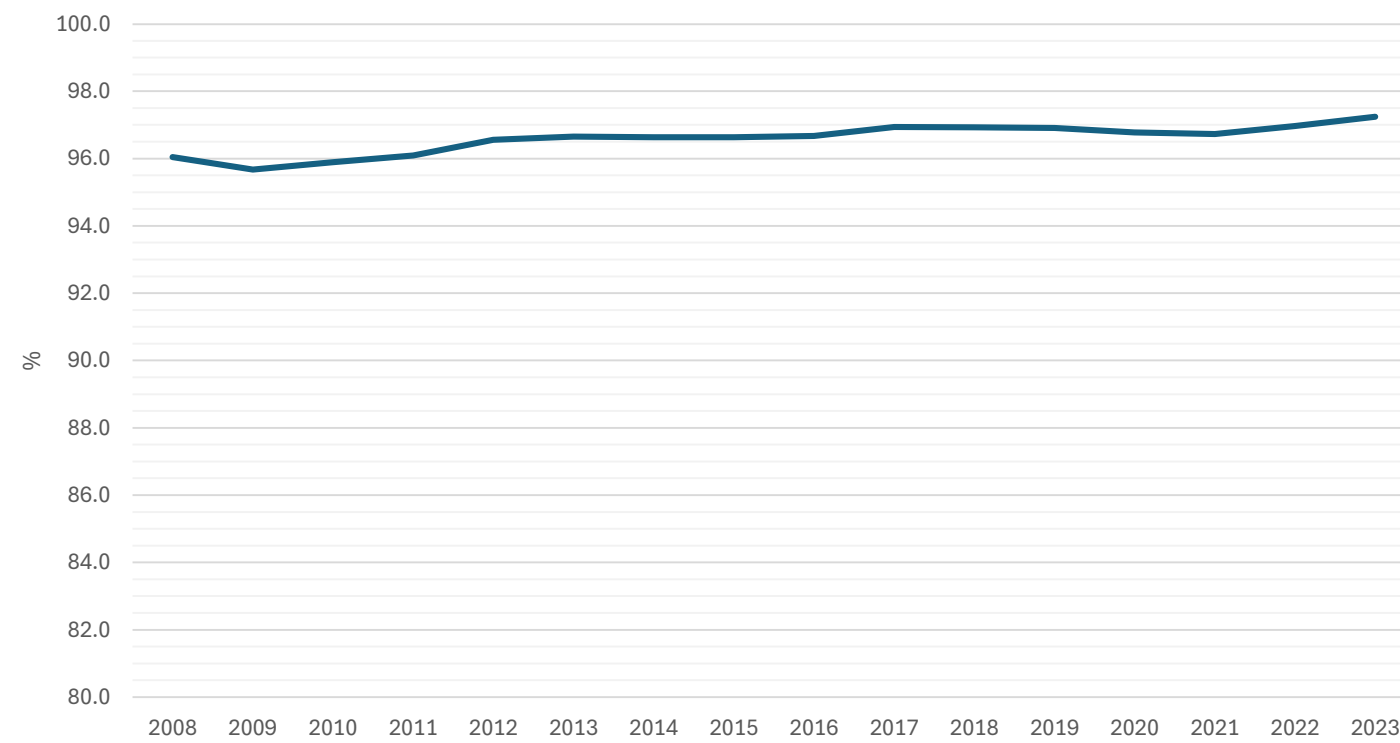
Traffico Giornaliero Medio



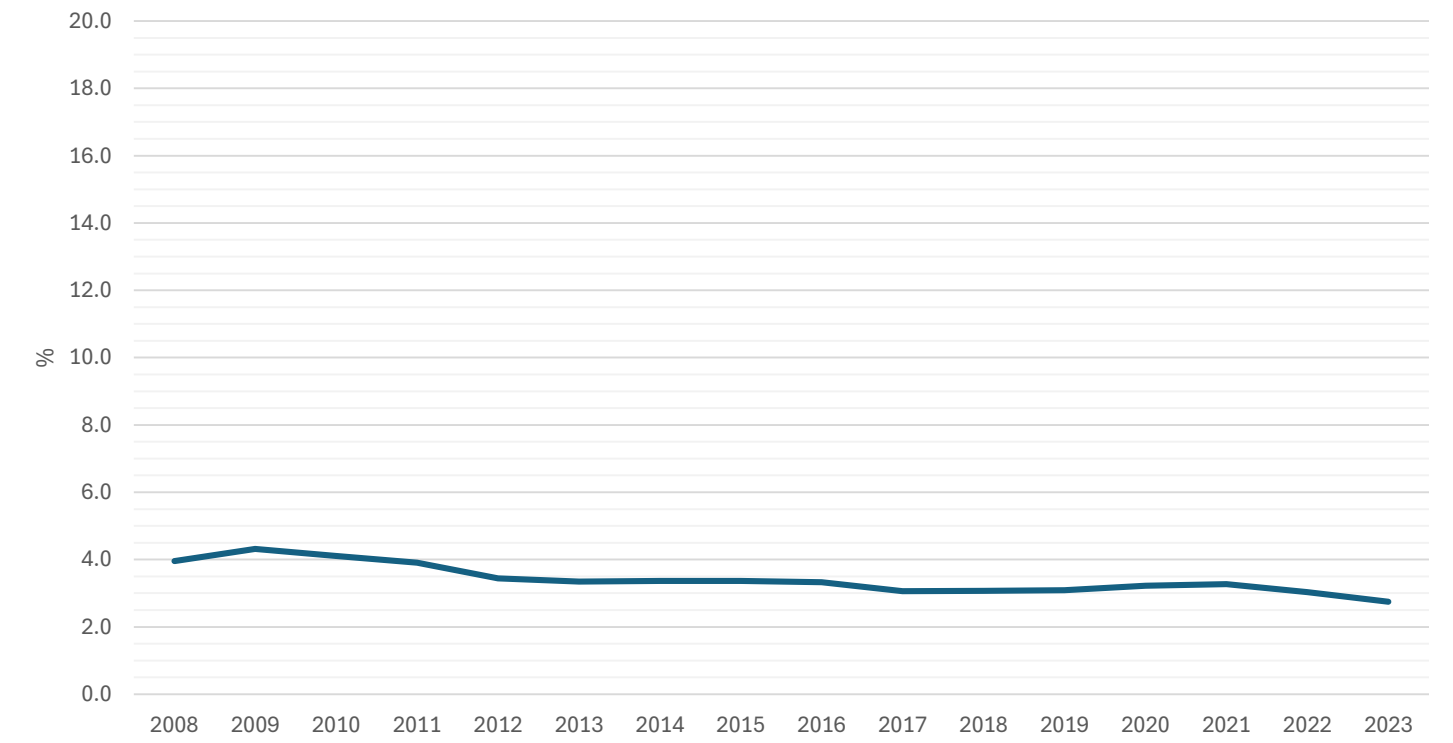
Andamento % mensile del TGM medio



Andamento % Veicoli leggeri



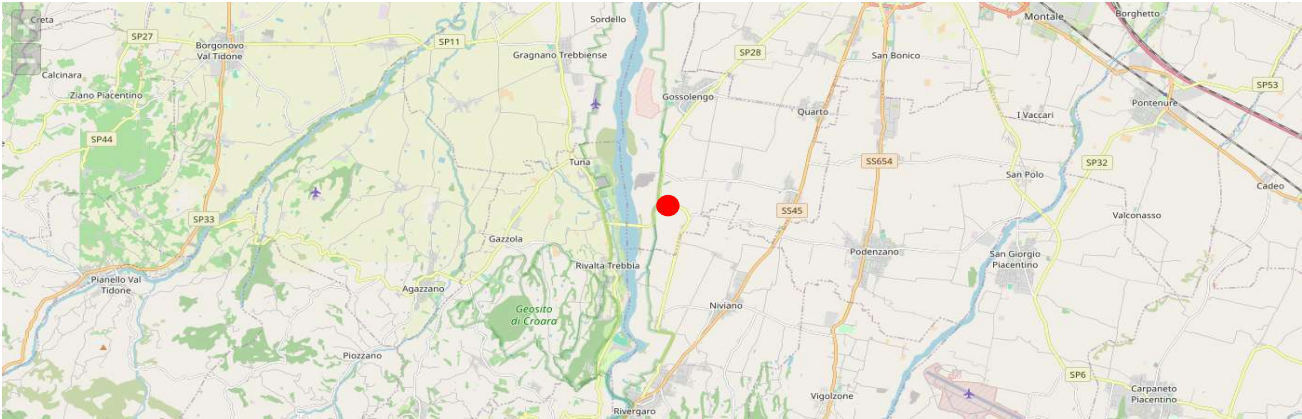
Andamento % Veicoli pesanti



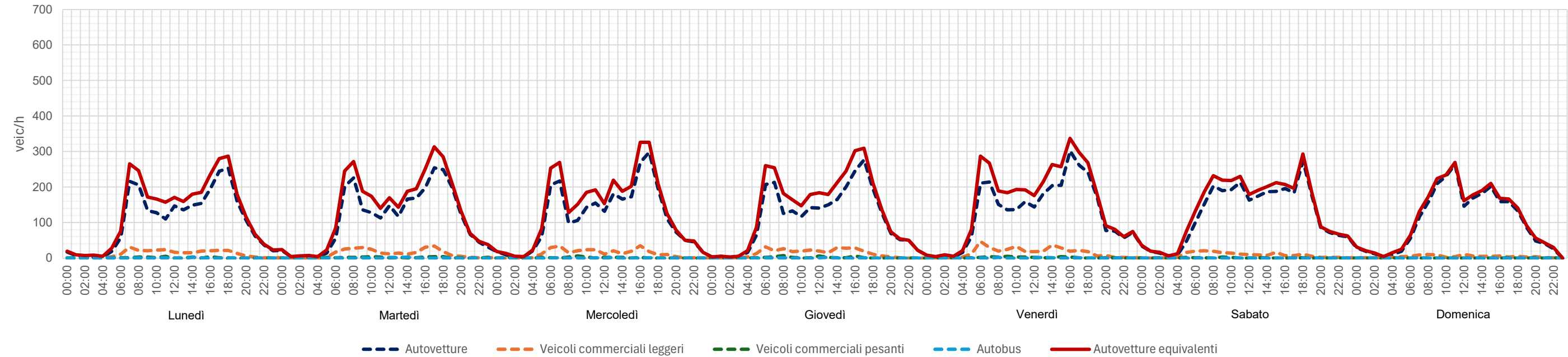
REPORT VOLUMI DI TRAFFICO

STAZIONE DI MONITORAGGIO N. 447

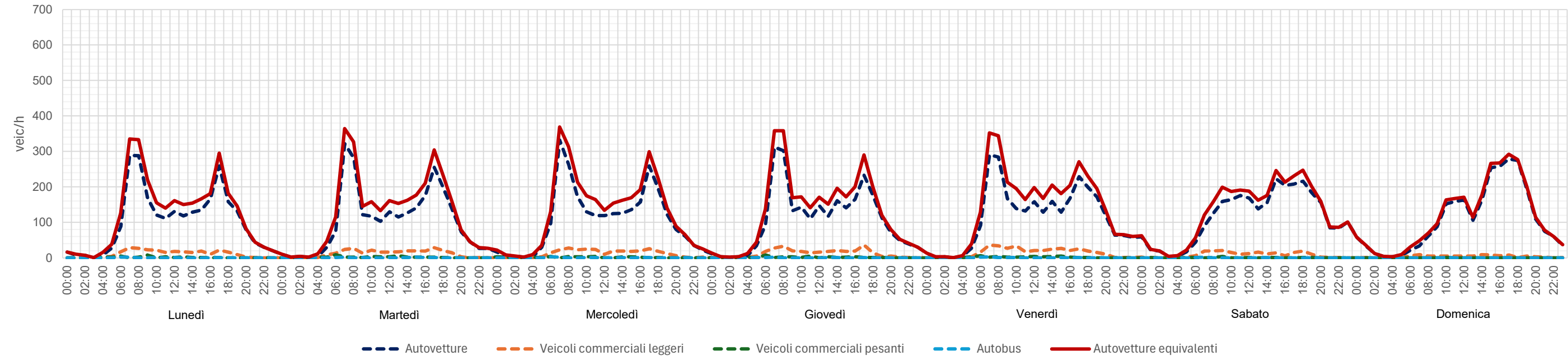
S.P. n. 28 a Molinazzo di sotto presso ponte fiume Trebbia (Comune di Gossolengo)



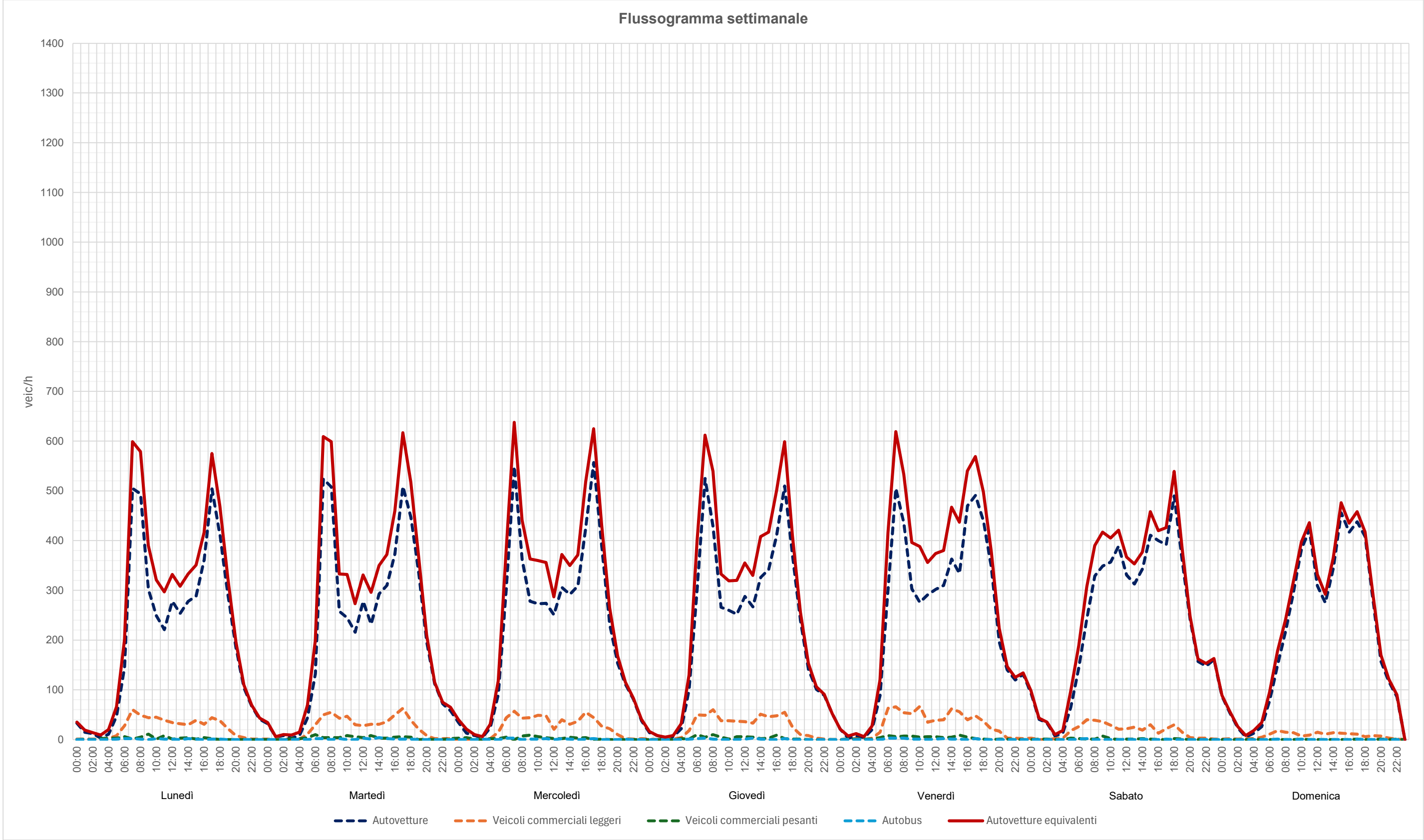
Flussogramma settimanale direzione sud



Flussogramma settimanale direzione nord



Flussogramma settimanale



NB: Il periodo di riferimento è dal 15.04.2024 - 21.04.2024

NB: I veicoli commerciali leggeri corrispondo a 1,5 autovetture e i veicoli commerciali pesanti e autobus corrispondono a 2 autovetture

Andamento annuale del TGM 2008-2024

Anno	TGM totale	TGM V. leggeri	% V. Leggeri	TGM V.pesanti	% V. Pesanti
2008	4957	4757	96.0	200	4.0
2009	5353	5127	95.8	226	4.2
2010	5415	5183	95.7	232	4.3
2011	5471	5241	95.8	229	4.2
2012	5118	4938	96.5	180	3.5
2013	4901	4747	96.9	154	3.2
2014	4963	4811	96.9	152	3.1
2015	5087	4929	96.9	158	3.1
2016	5166	5010	97.0	156	3.0
2017	5366	5197	96.9	169	3.2
2018	5465	5289	96.8	176	3.2
2019	5637	5464	96.9	173	3.1
2020	4675	4517	96.6	159	3.4
2021	5438	5260	96.7	178	3.3
2022	5298	5140	97.0	158	3.0
2023	5935	5801	97.8	133	2.3
2024	5679	5580	98.3	99	1.8

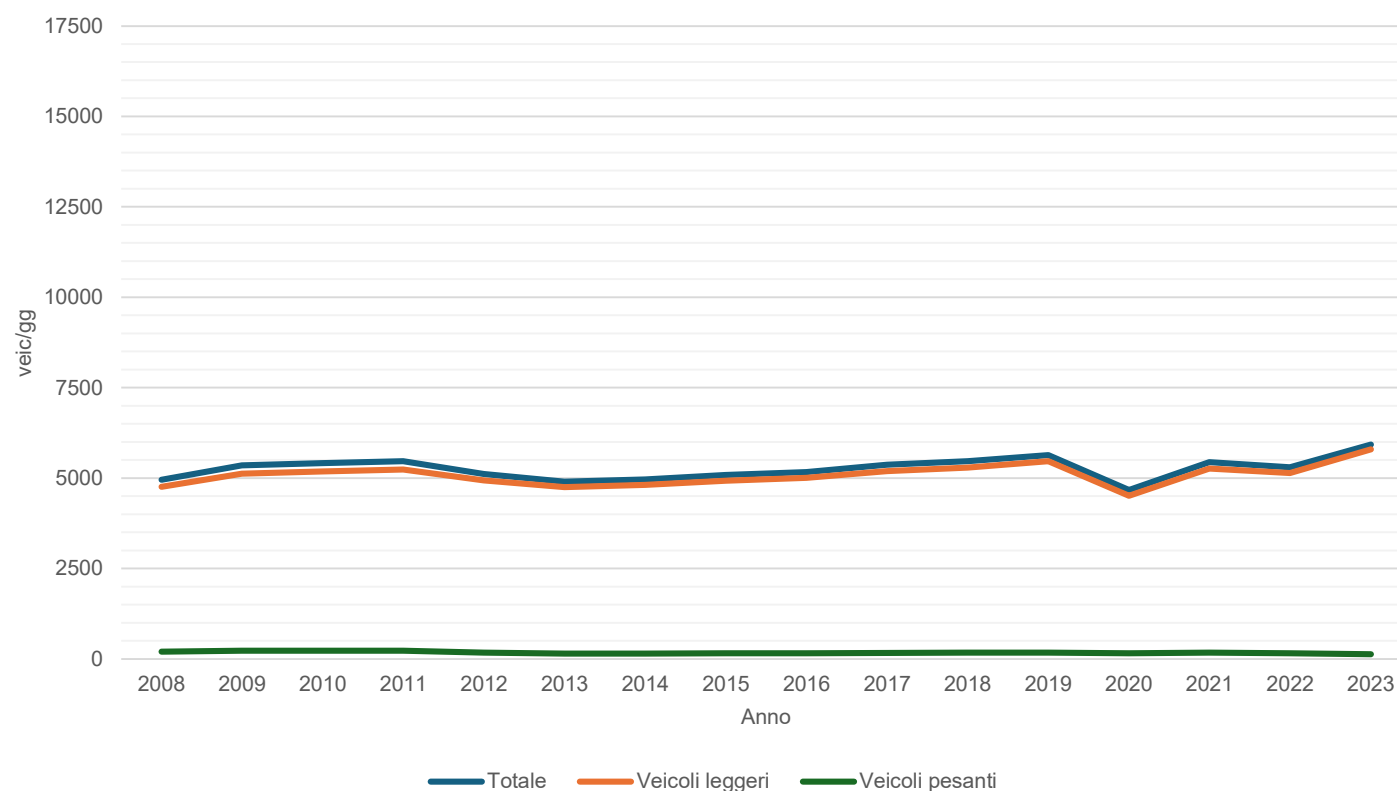
Andamento medio mensile del TGM 2008-2024

Mese	TGM totale	TGM leggeri	% V. Leggeri	TGM pesanti	% V. Pesanti
Gennaio	2112	2054	97.3	58	2.8
Febbraio	2355	2285	97.0	70	3.0
Marzo	2431	2350	96.7	81	3.3
Aprile	2611	2527	96.8	84	3.2
Maggio	2771	2679	96.7	92	3.3
Giugno	3091	2989	96.7	102	3.3
Luglio	3207	3098	96.6	109	3.4
Agosto	2938	2842	96.7	96	3.3
Settembre	2899	2787	96.1	112	3.9
Ottobre	2700	2604	96.4	96	3.6
Novembre	2467	2387	96.8	80	3.2
Dicembre	2305	2240	97.2	65	2.8

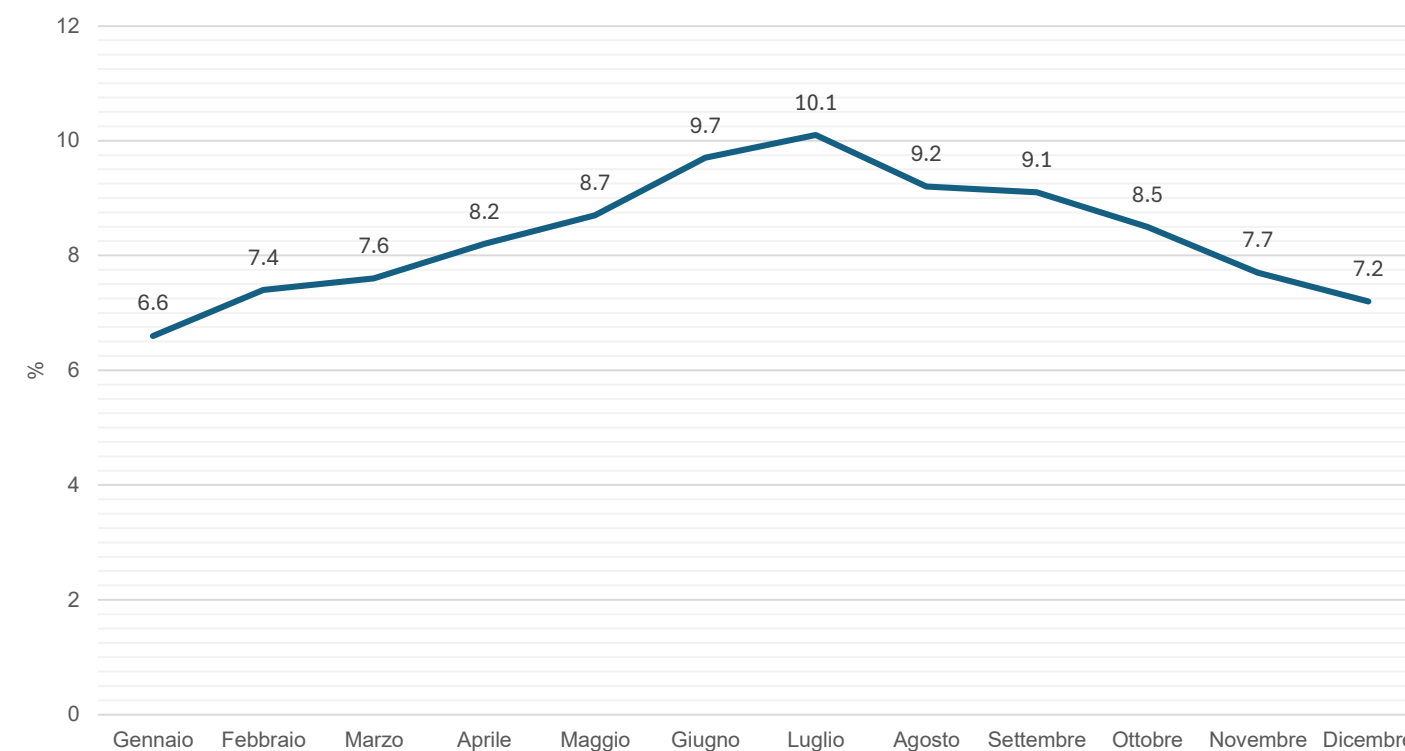
Distribuzione dei volumi di traffico per direzione 2008-2024

Anno	Direzione sud			Direzione nord		
	% Totale	% V. Leggeri	% V. pesanti	% Totale	% V. Leggeri	% V. pesanti
2008	50.2	50.2	49.6	49.9	49.8	50.4
2009	50.3	50.3	50.1	49.7	49.7	49.9
2010	50.3	50.3	50.7	49.7	49.7	49.3
2011	50.4	50.4	49.8	49.6	49.6	50.2
2012	50.4	50.4	49.2	49.6	49.6	50.8
2013	50.2	50.2	49.8	49.8	49.8	50.2
2014	50.2	50.2	49.8	49.8	49.8	50.2
2015	50.2	50.2	50.2	49.8	49.8	49.8
2016	50.4	50.4	49.4	49.6	49.6	50.6
2017	50.5	50.5	49.2	49.5	49.5	50.8
2018	50.6	50.7	49.5	49.4	49.3	50.5
2019	50.5	50.5	50.0	49.5	49.5	50.0
2020	50.7	50.7	49.8	49.3	49.3	50.2
2021	50.8	50.9	49.2	49.2	49.1	50.8
2022	50.5	50.6	48.8	49.5	49.4	51.2
2023	50.8	50.8	49.5	49.2	49.2	50.6
2024	50.8	50.8	48.8	49.2	49.2	51.2

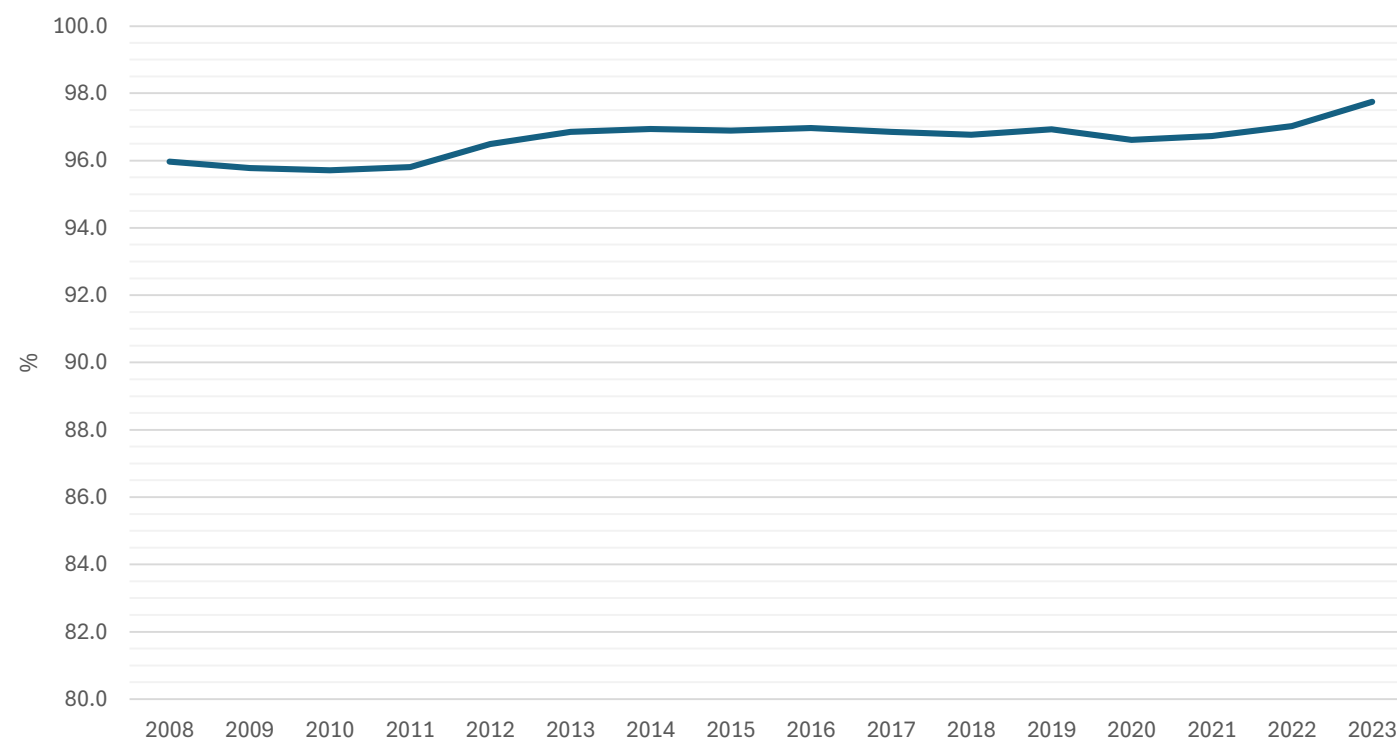
Traffico Giornaliero Medio



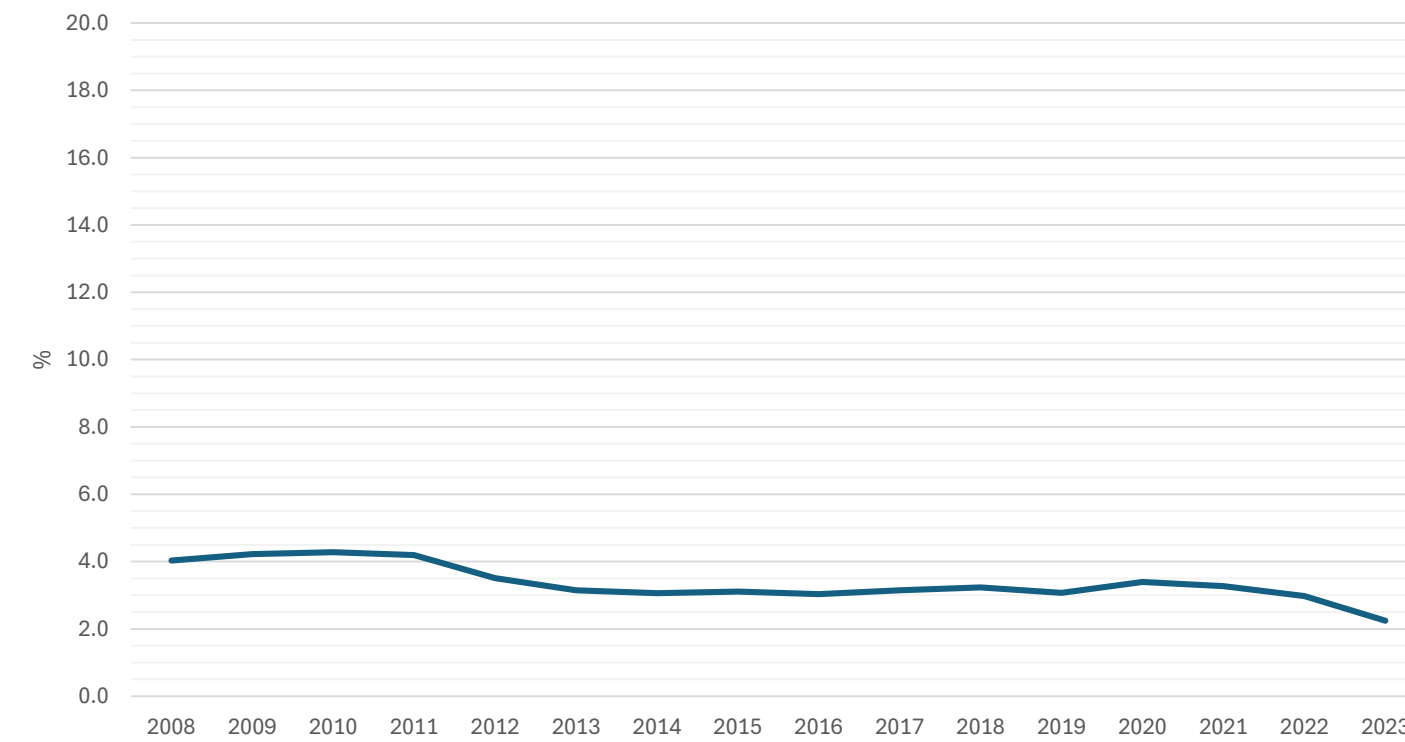
Andamento % mensile del TGM medio



Andamento % Veicoli leggeri



Andamento % Veicoli pesanti



REPORT VOLUMI DI TRAFFICO

COMUNE DI RIVERGARO

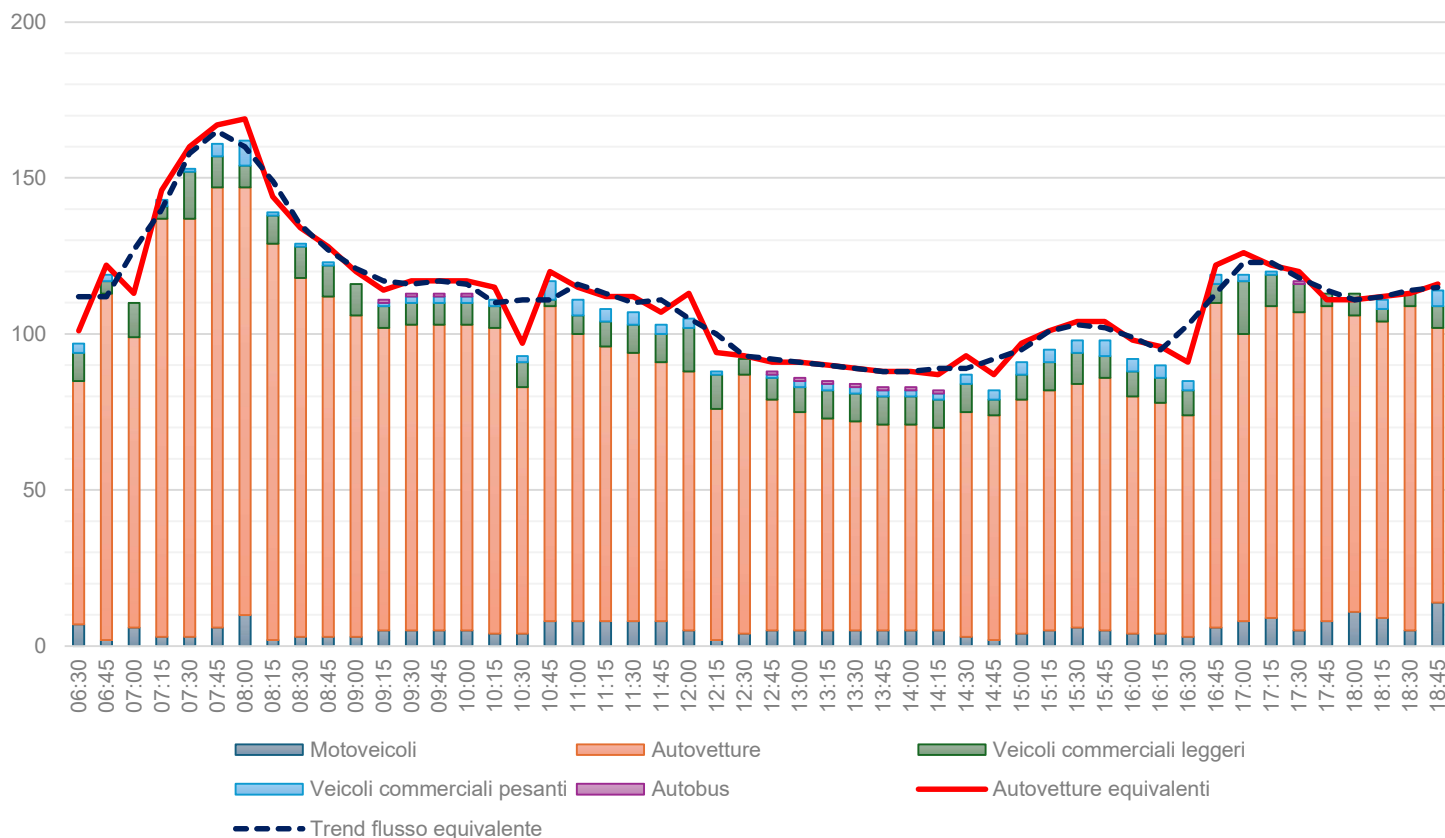
S.S. n. 45 ad est dell'intersezione con S.P. n. 28



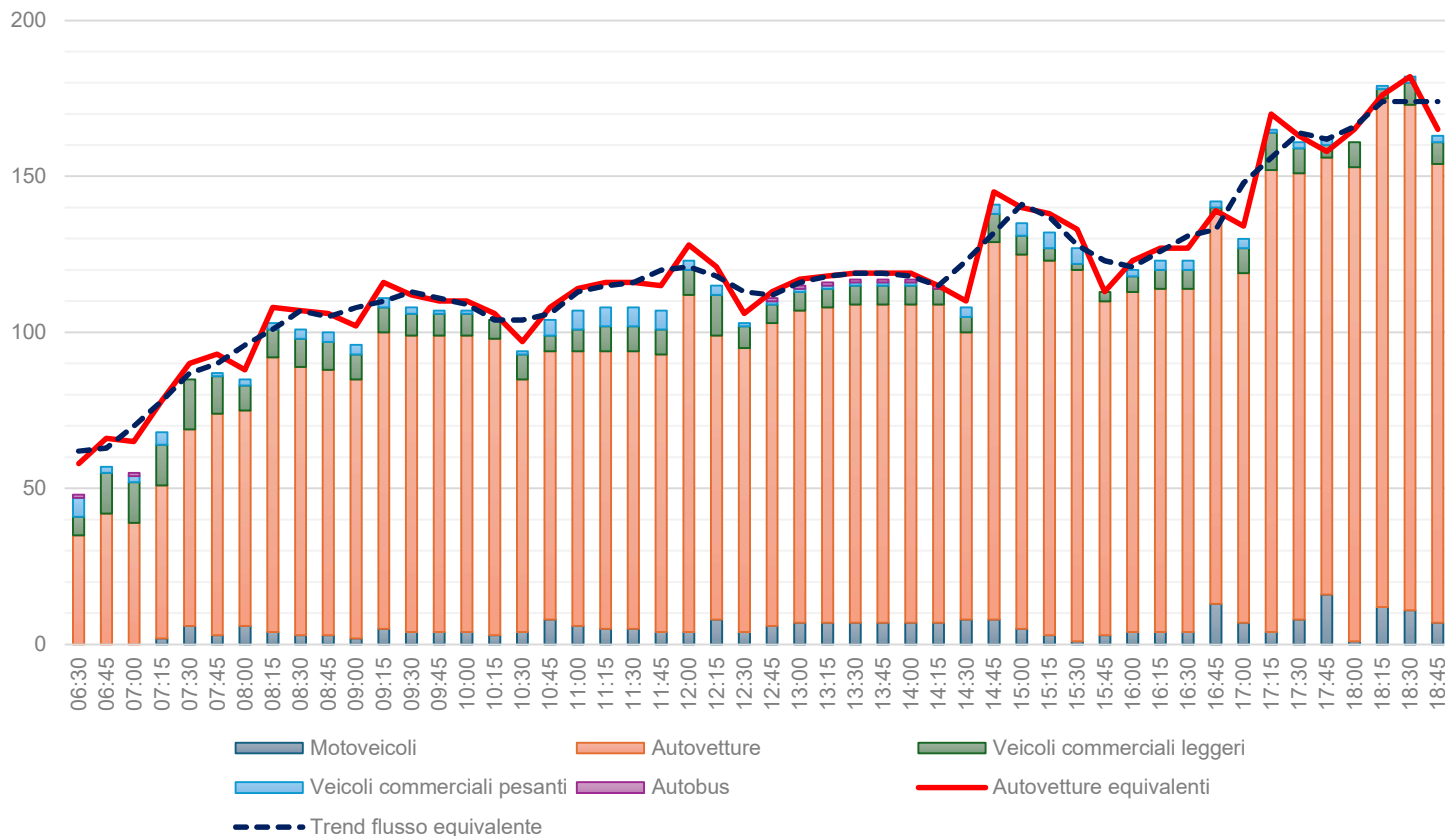
Conteggio in sezione 12h

Orario	Direzione Piacenza					Direzione Ziano Genova				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
06:30-06:45	7	78	9	3	0	0	35	6	6	1
06:45-07:00	2	111	4	2	0	0	42	13	2	0
07:00-07:15	6	93	11	0	0	0	39	13	2	1
07:15-07:30	3	134	4	2	0	2	49	13	4	0
07:30-07:45	3	134	15	1	0	6	63	16	0	0
07:45-08:00	6	141	10	4	0	3	71	12	1	0
08:00-08:15	10	137	7	8	0	6	69	8	2	0
08:15-08:30	2	127	9	1	0	4	88	9	2	0
08:30-08:45	3	115	10	1	0	3	86	9	3	0
08:45-09:00	3	109	10	1	0	3	85	9	3	0
09:00-09:15	3	103	10	0	0	2	83	8	3	0
09:15-09:30	5	97	7	1	1	5	95	8	3	0
09:00-09:45	5	98	7	2	1	4	95	7	2	0
09:45-10:00	5	98	7	2	1	4	95	7	1	0
10:00-10:15	5	98	7	2	1	4	95	7	1	0
10:15-10:30	4	98	7	2	0	3	95	6	0	0
10:30-10:45	4	79	8	2	0	4	81	8	1	0
10:45-11:00	8	101	2	6	0	8	86	5	5	0
11:00-11:15	8	92	6	5	0	6	88	7	6	0
11:15-11:30	8	88	8	4	0	5	89	8	6	0
11:30-11:45	8	86	9	4	0	5	89	8	6	0
11:45-12:00	8	83	9	3	0	4	89	8	6	0
12:00-12:15	5	83	14	3	0	4	108	8	3	0
12:15-12:30	2	74	11	1	0	8	91	13	3	0
12:30-12:45	4	83	5	0	0	4	91	7	1	0
12:45-13:00	5	74	7	1	1	6	97	6	1	1
13:00-13:15	5	70	8	2	1	7	100	6	1	1
13:15-13:30	5	68	9	2	1	7	101	6	1	1
13:30-13:45	5	67	9	2	1	7	102	6	1	1
13:45-14:00	5	66	9	2	1	7	102	6	1	1
14:00-14:15	5	66	9	2	1	7	102	6	1	1
14:15-14:30	5	65	9	2	1	7	102	5	0	1
14:30-14:45	3	72	9	3	0	8	92	5	3	0
14:45-15:00	2	72	5	3	0	8	121	9	3	0
15:00-15:15	4	75	8	4	0	5	120	6	4	0
15:15-15:30	5	77	9	4	0	3	120	4	5	0
15:30-15:45	6	78	10	4	0	1	119	2	5	0
15:45-16:00	5	81	7	5	0	3	107	3	0	0
16:00-16:15	4	76	8	4	0	4	109	5	2	0
16:15-16:30	4	74	8	4	0	4	110	6	3	0
16:30-16:45	3	71	8	3	0	4	110	6	3	0
16:45-17:00	6	104	6	3	0	13	125	2	2	0
17:00-17:15	8	92	17	2	0	7	112	8	3	0
17:15-17:30	9	100	10	1	0	4	148	12	1	0
17:30-17:45	5	102	9	0	1	8	143	8	2	0
17:45-18:00	8	101	4	0	0	16	140	4	2	0
18:00-18:15	11	95	7	0	0	1	152	8	0	0
18:15-18:30	9	95	4	3	0	12	163	3	1	0
18:30-18:45	5	104	4	0	0	11	162	7	2	0
18:45-19:00	14	88	7	5	0	7	147	7	2	0

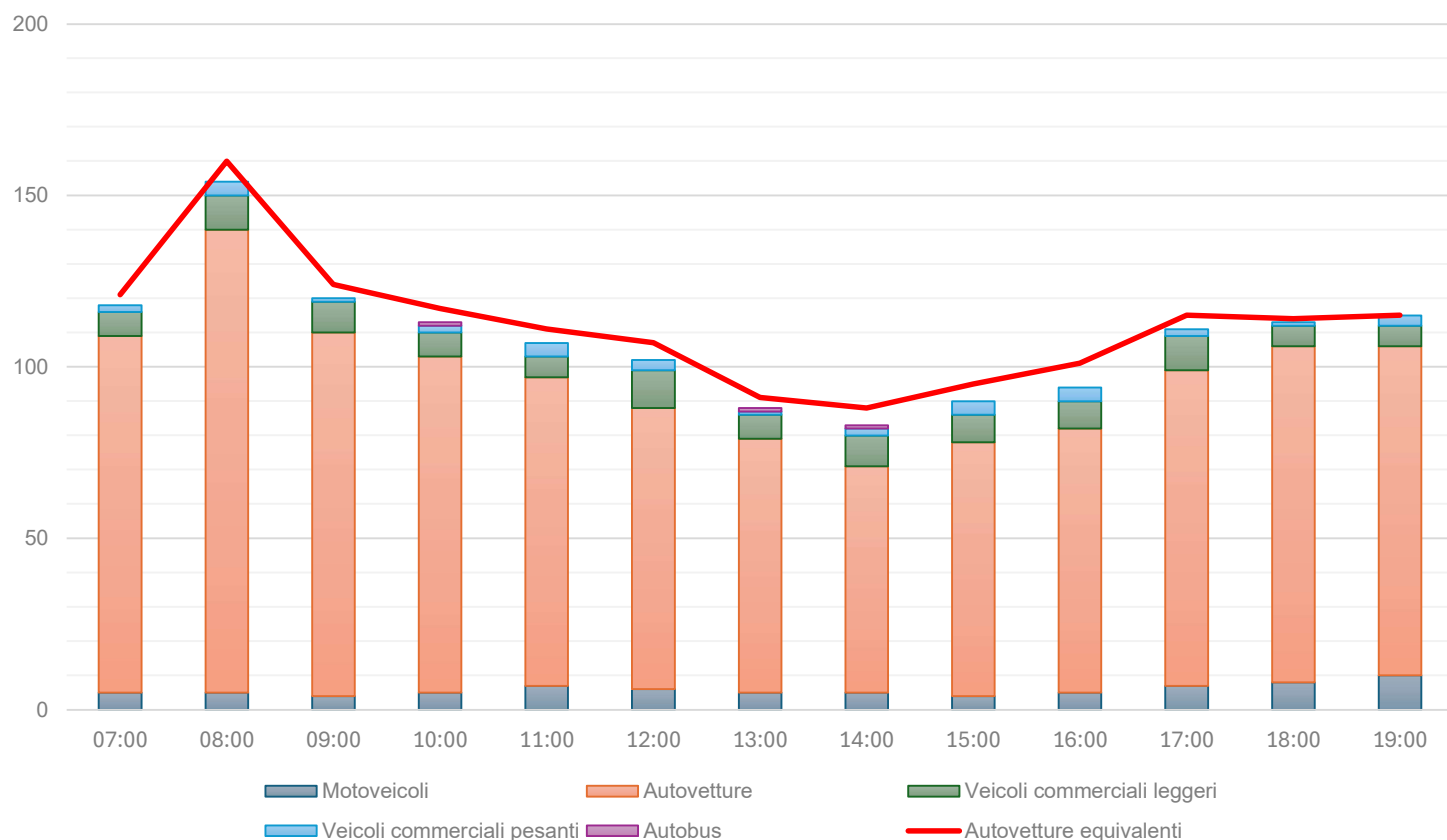
Flussogramma 15' - Direzione Piacenza



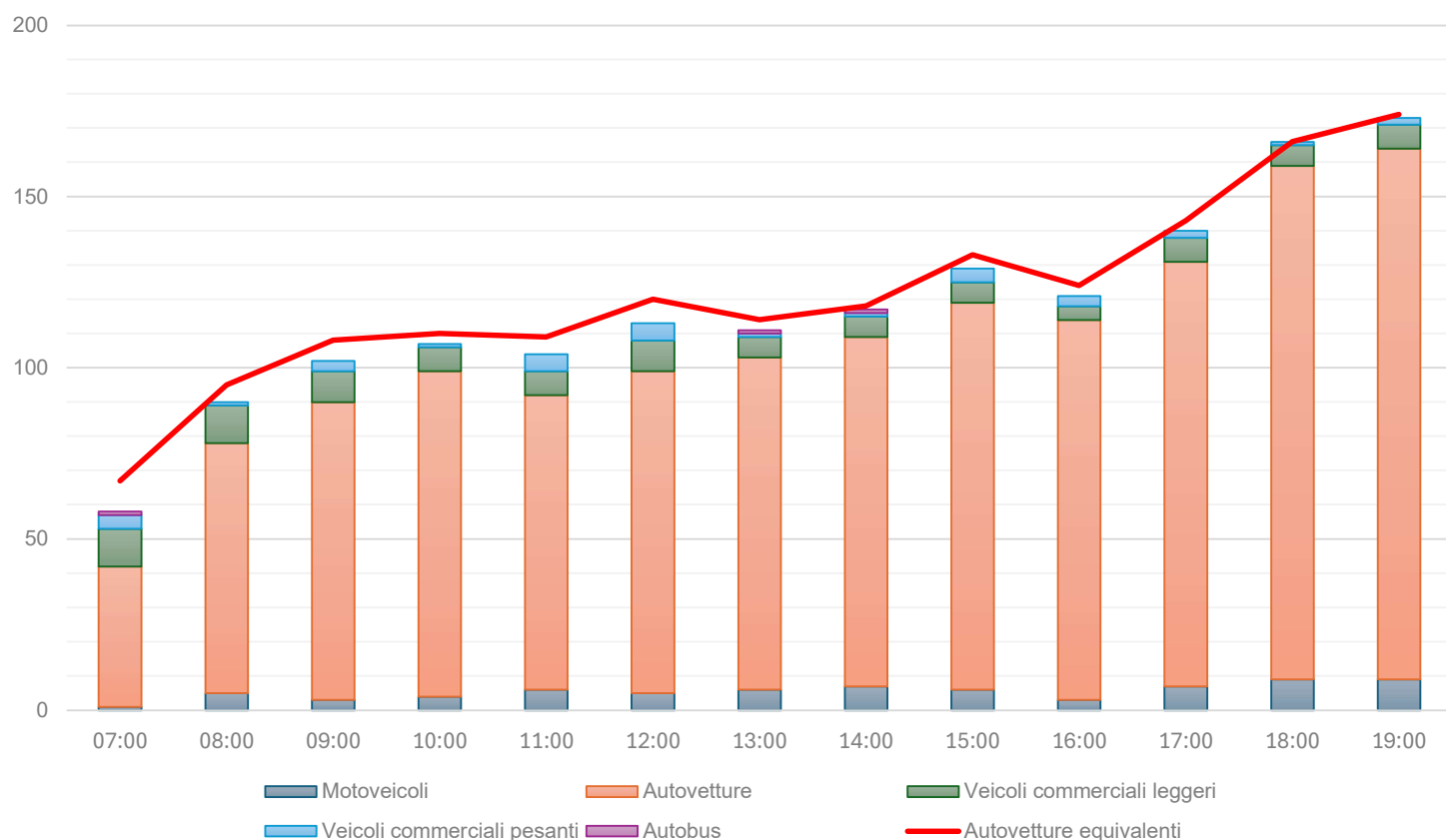
Flussogramma 15' - Direzione Genova



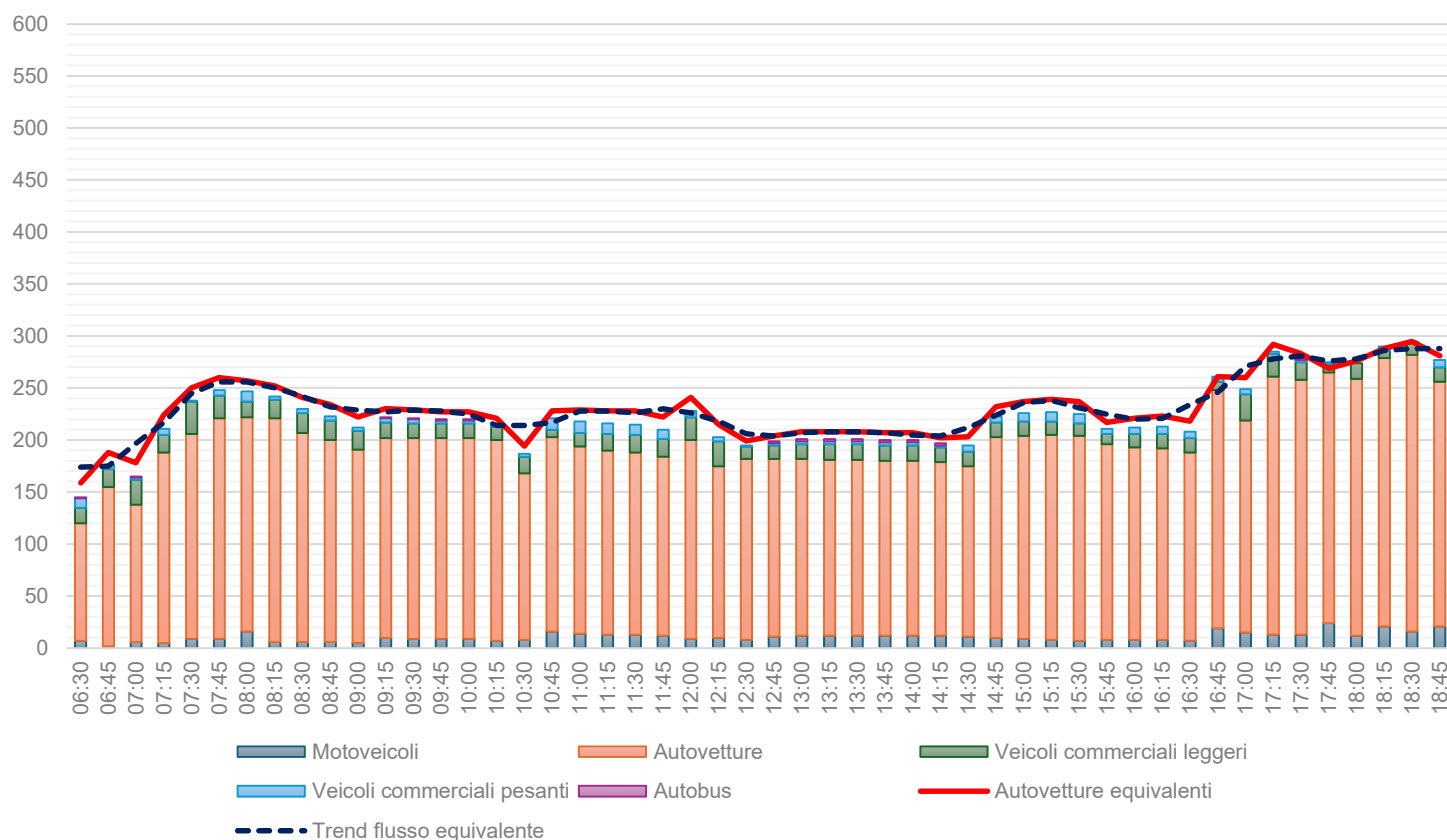
Flussogramma orario - Direzione Piacenza



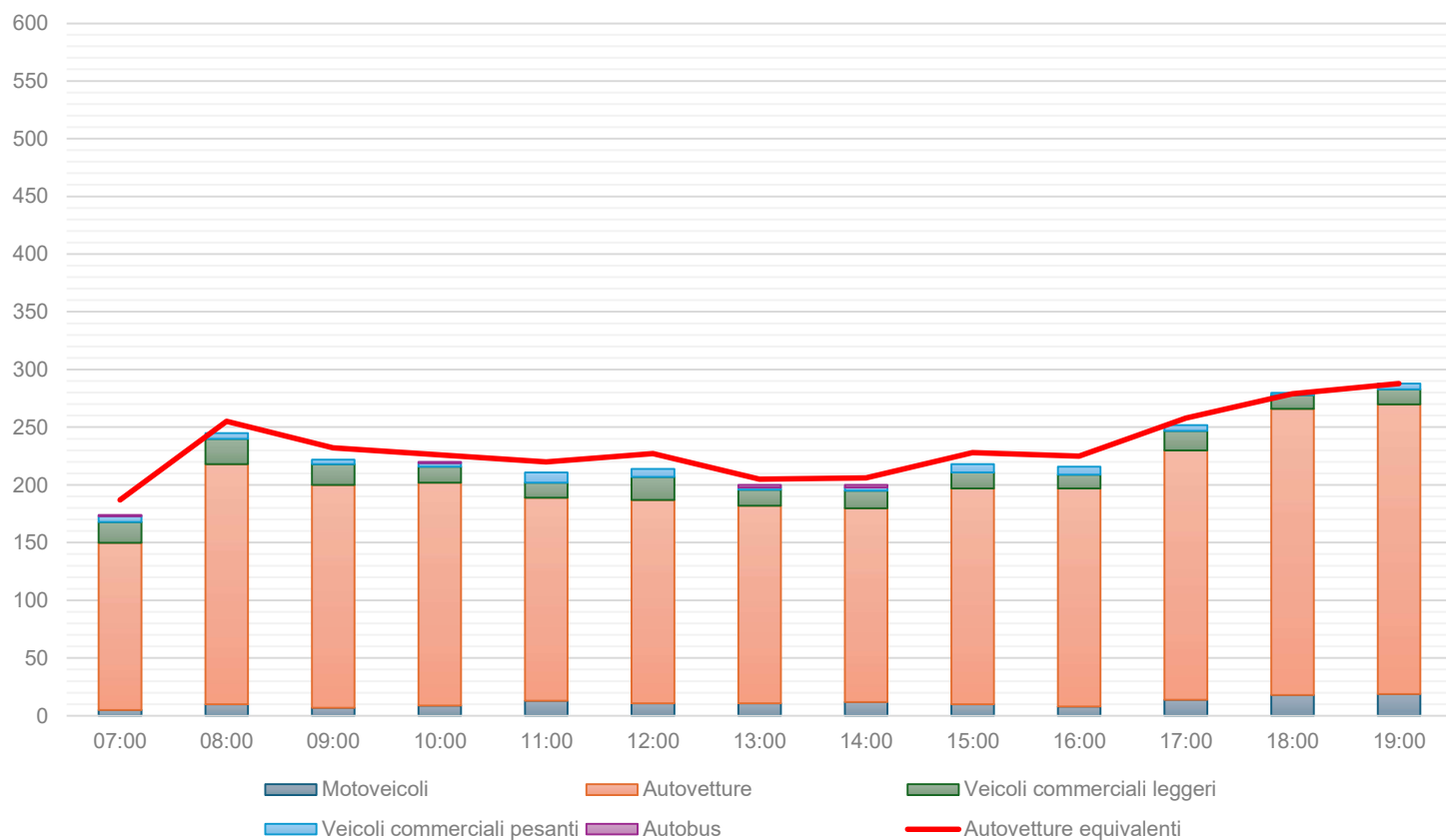
Flussogramma orario - Direzione Genova



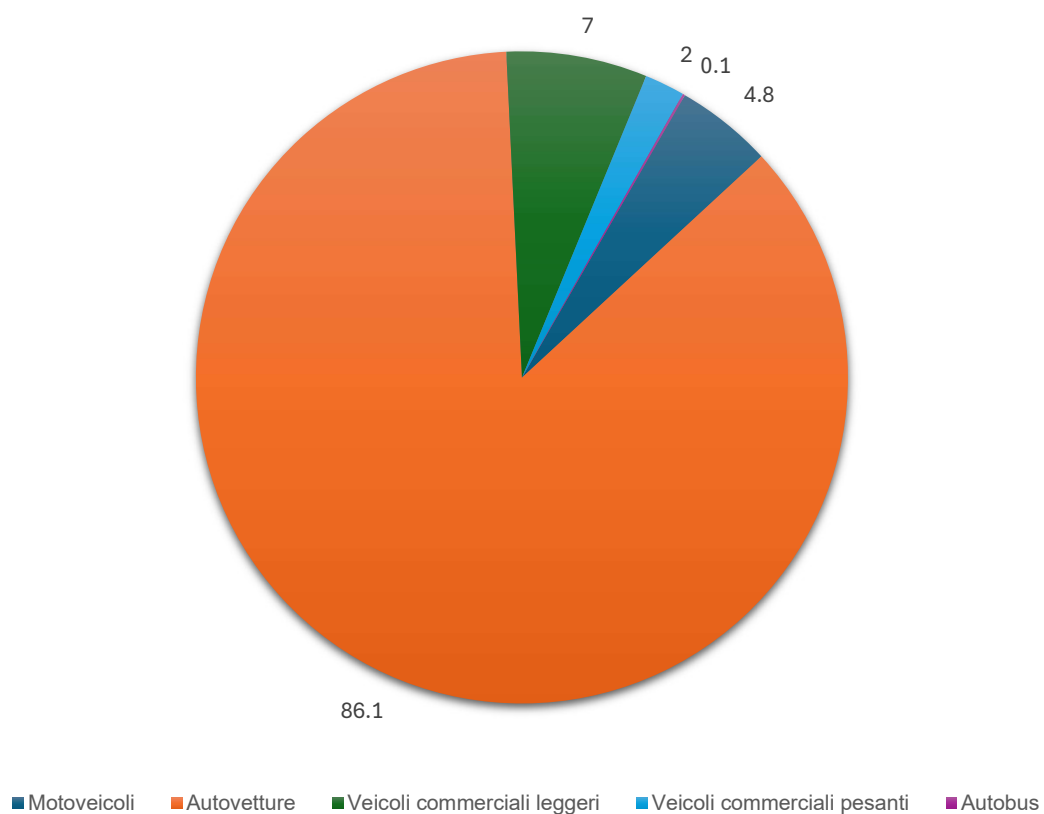
Flussogramma 15'



Flussogramma orario



% Distribuzione veicolare



REPORT VOLUMI DI TRAFFICO

COMUNE DI RIVERGARO

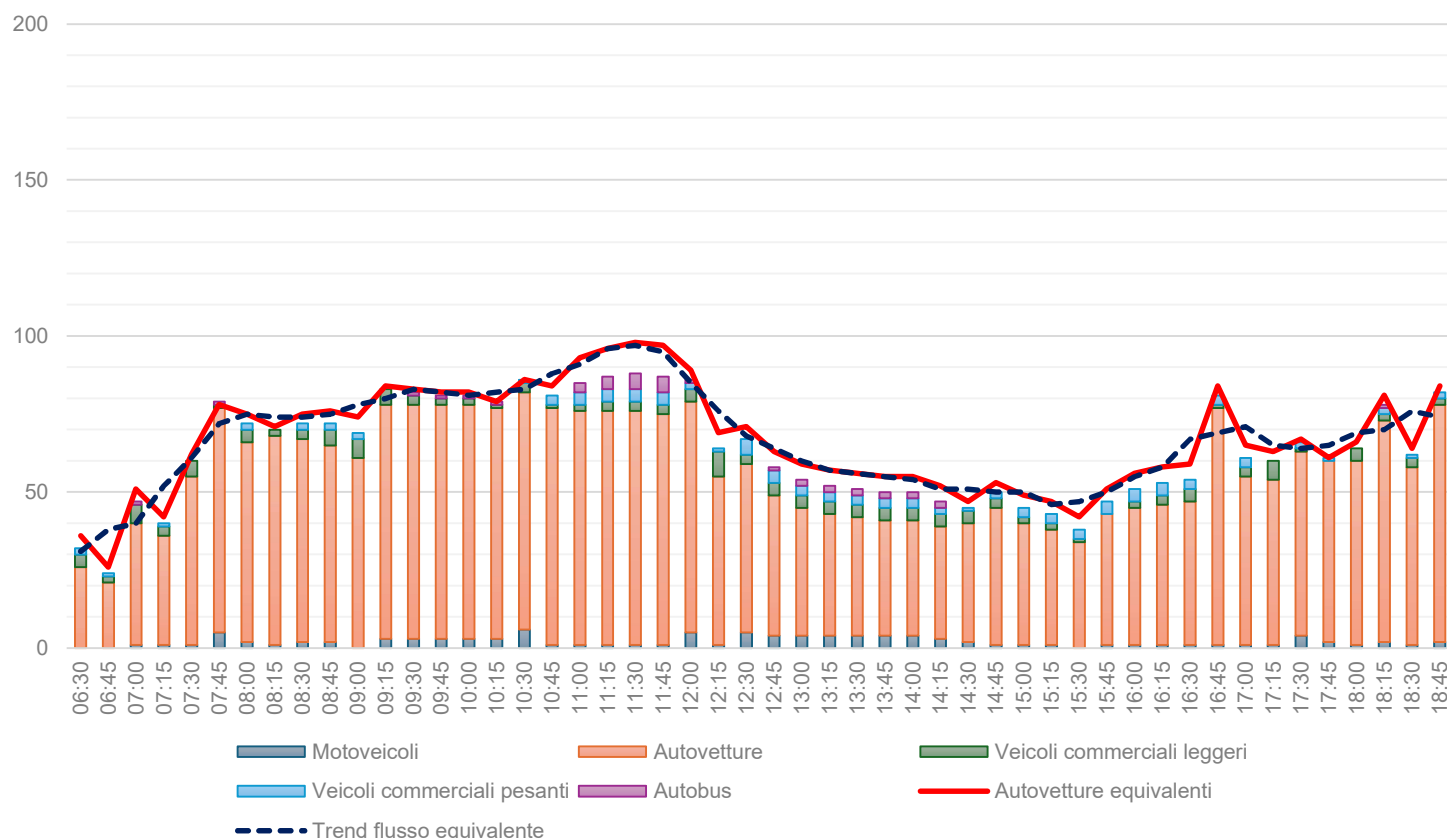
S.S. n. 28 a nord dell'intersezione con S.S. n. 45



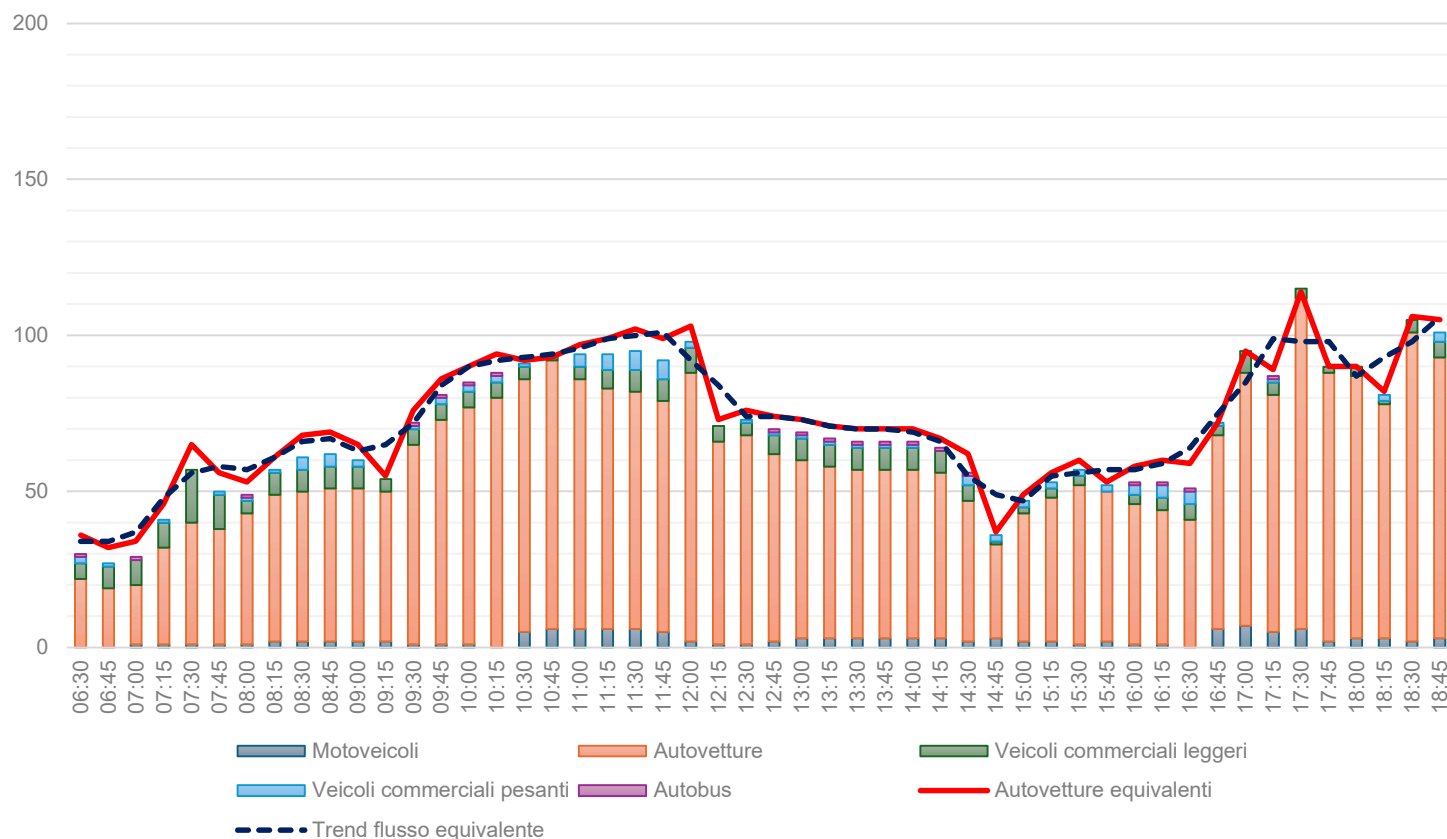
Conteggio in sezione 12h

Orario	Direzione Gossolengo					Direzione Rivergaro				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
06:30-06:45	0	26	4	2	0	0	22	5	2	1
06:45-07:00	0	21	2	1	0	0	19	7	1	0
07:00-07:15	1	39	6	0	1	1	19	8	0	1
07:15-07:30	1	35	3	1	0	1	31	8	1	0
07:30-07:45	1	54	5	0	0	1	39	17	0	0
07:45-08:00	5	72	1	0	1	1	37	11	1	0
08:00-08:15	2	64	4	2	0	1	42	4	1	1
08:15-08:30	1	67	2	0	0	2	47	7	1	0
08:30-08:45	2	65	3	2	0	2	48	7	4	0
08:45-09:00	2	63	5	2	0	2	49	7	4	0
09:00-09:15	0	61	6	2	0	2	49	7	2	0
09:15-09:30	3	75	5	0	0	2	48	4	0	0
09:00-09:45	3	75	3	0	1	1	64	5	1	1
09:45-10:00	3	75	2	0	1	1	72	5	2	1
10:00-10:15	3	75	2	0	1	1	76	5	2	1
10:15-10:30	3	74	1	0	1	0	80	5	2	1
10:30-10:45	6	76	3	1	0	5	81	4	1	0
10:45-11:00	1	76	1	3	0	6	86	1	1	0
11:00-11:15	1	75	2	4	3	6	80	4	4	0
11:15-11:30	1	75	3	4	4	6	77	6	5	0
11:30-11:45	1	75	3	4	5	6	76	7	6	0
11:45-12:00	1	74	3	4	5	5	74	7	6	0
12:00-12:15	5	74	4	2	1	2	86	8	2	0
12:15-12:30	1	54	8	1	0	1	65	5	0	0
12:30-12:45	5	54	3	5	0	1	67	4	1	0
12:45-13:00	4	45	4	4	1	2	60	6	1	1
13:00-13:15	4	41	4	3	2	3	57	7	1	1
13:15-13:30	4	39	4	3	2	3	55	7	1	1
13:30-13:45	4	38	4	3	2	3	54	7	1	1
13:45-14:00	4	37	4	3	2	3	54	7	1	1
14:00-14:15	4	37	4	3	2	3	54	7	1	1
14:15-14:30	3	36	4	2	2	3	53	7	0	1
14:30-14:45	2	38	4	1	0	2	45	5	3	1
14:45-15:00	1	44	3	2	0	3	30	1	2	0
15:00-15:15	1	39	2	3	0	2	41	2	2	0
15:15-15:30	1	37	2	3	0	2	46	3	2	0
15:30-15:45	0	34	1	3	0	1	51	3	2	0
15:45-16:00	1	42	0	4	0	2	48	0	2	0
16:00-16:15	1	44	2	4	0	1	45	3	3	1
16:15-16:30	1	45	3	4	0	1	43	4	4	1
16:30-16:45	1	46	4	3	0	0	41	5	4	1
16:45-17:00	1	76	1	3	0	6	62	3	1	0
17:00-17:15	1	54	3	3	0	7	81	7	0	0
17:15-17:30	1	53	6	0	0	5	76	4	1	1
17:30-17:45	4	59	1	2	0	6	106	3	0	0
17:45-18:00	2	58	0	1	0	2	86	2	0	0
18:00-18:15	1	59	4	0	0	3	84	3	0	0
18:15-18:30	2	71	2	2	1	3	75	1	2	0
18:30-18:45	1	57	3	1	0	2	99	4	0	0
18:45-19:00	2	76	2	2	0	3	90	5	3	0

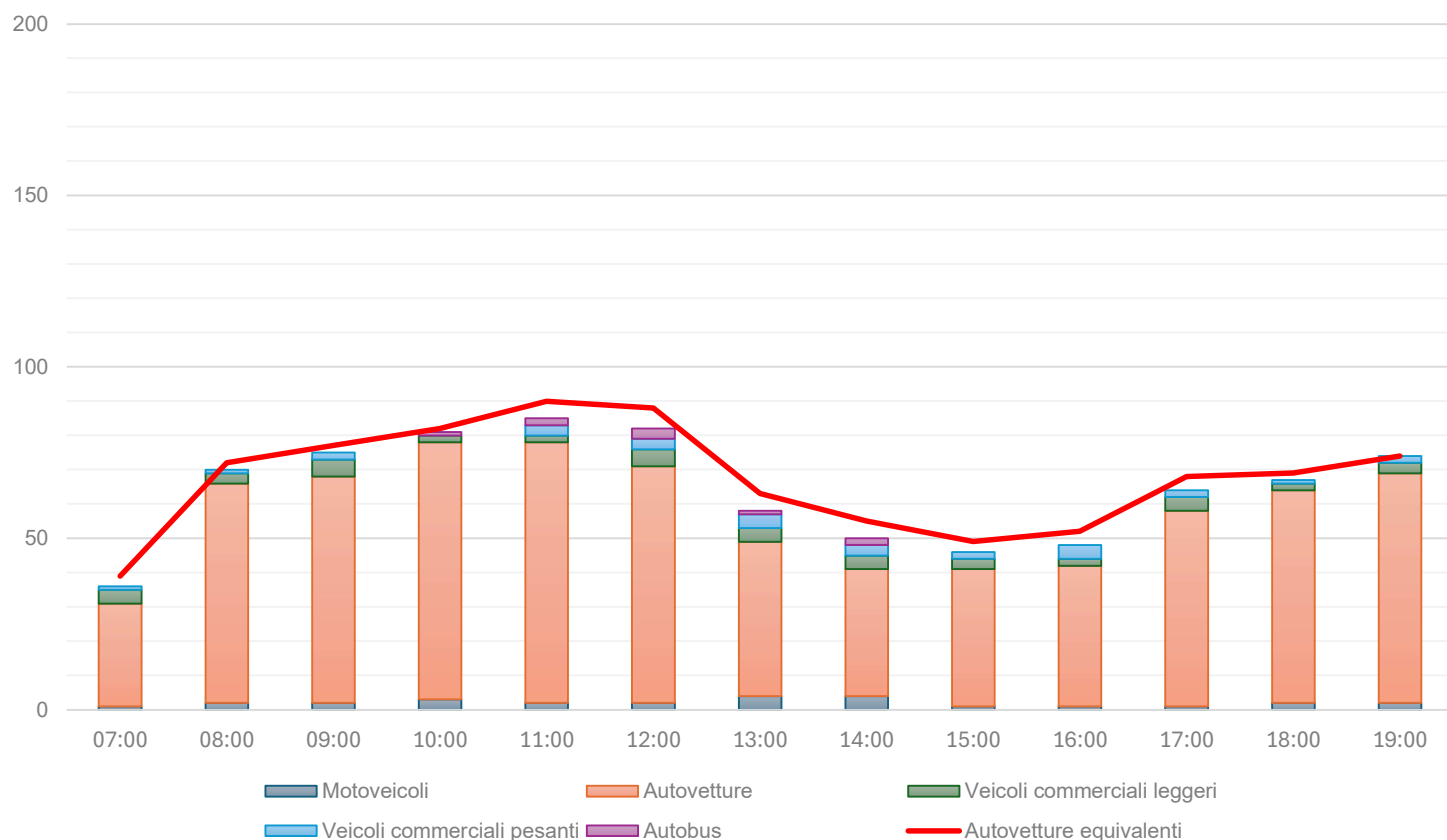
Flussogramma 15' - Direzione Gossolengo



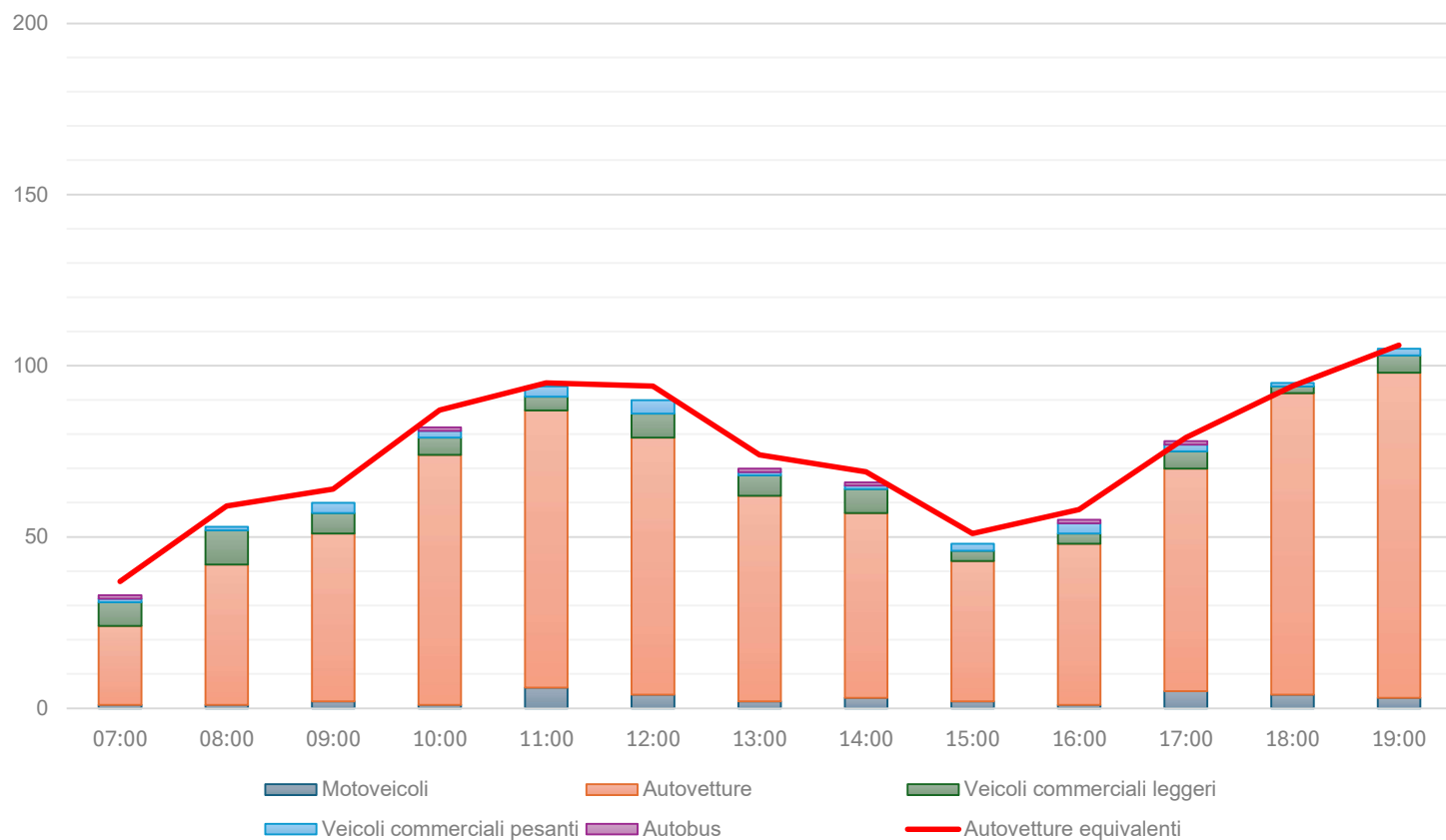
Flussogramma 15' - Direzione Rivergaro



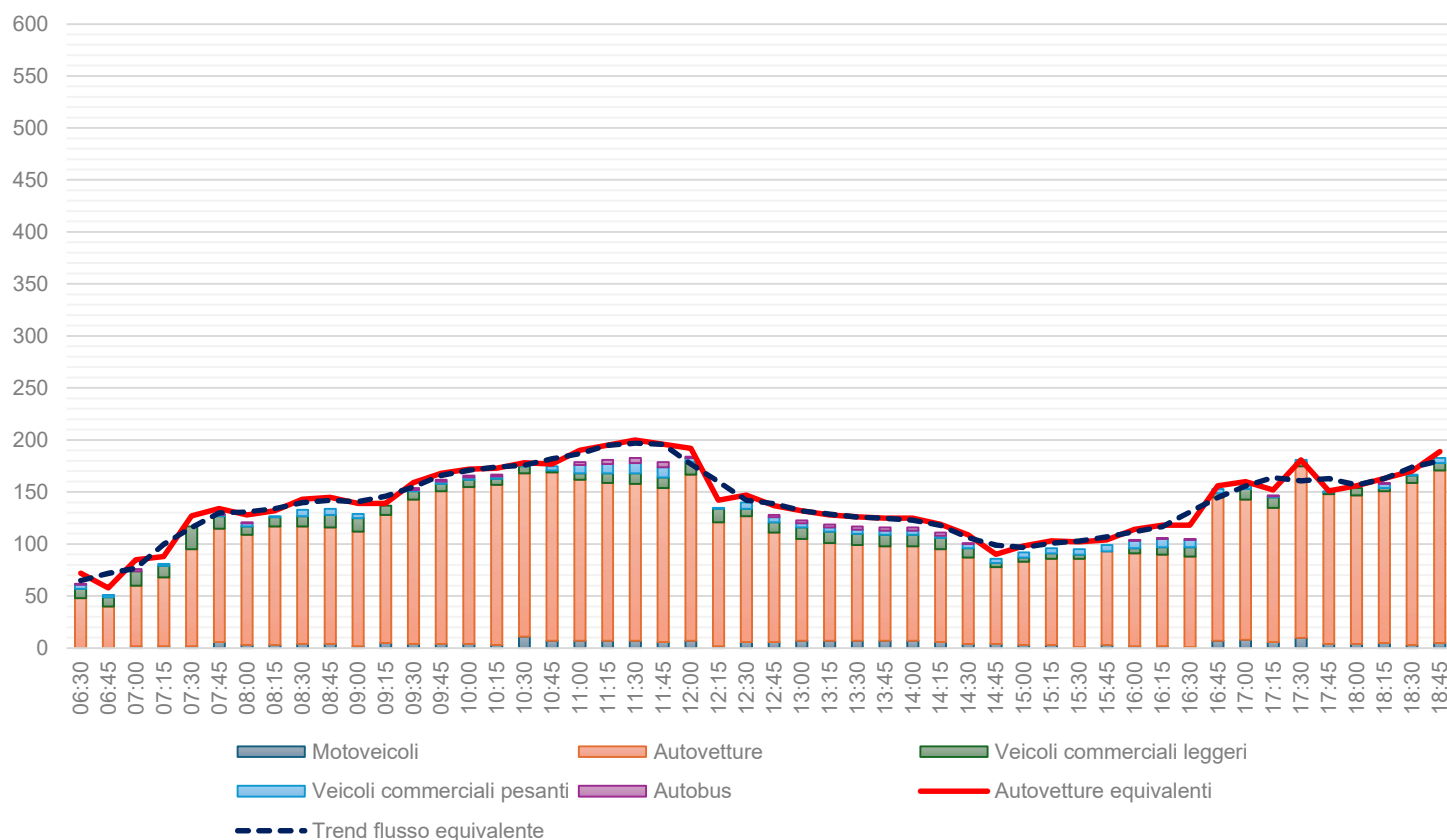
Flussogramma orario - Direzione Gossolengo



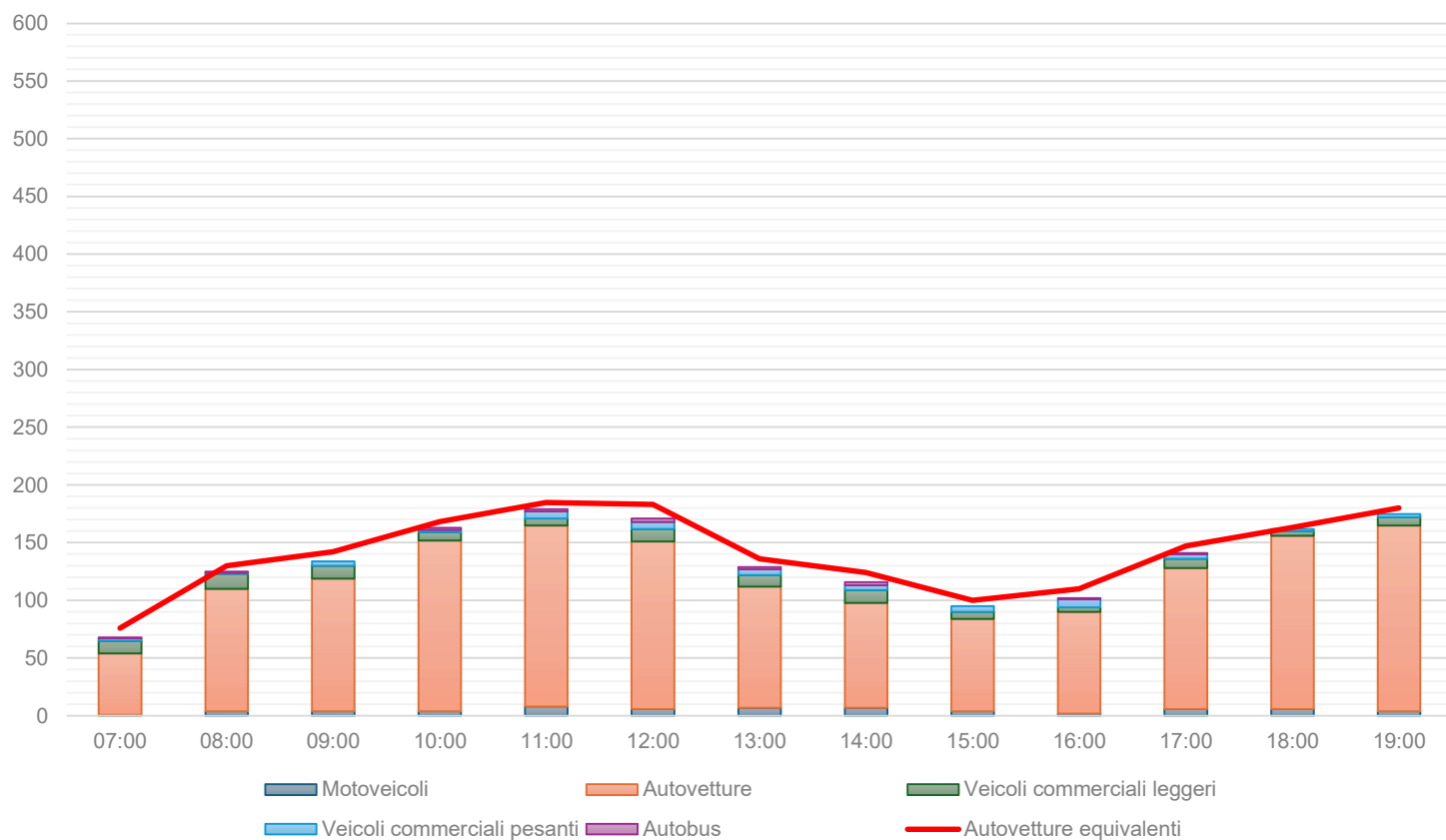
Flussogramma orario - Direzione Rivergaro



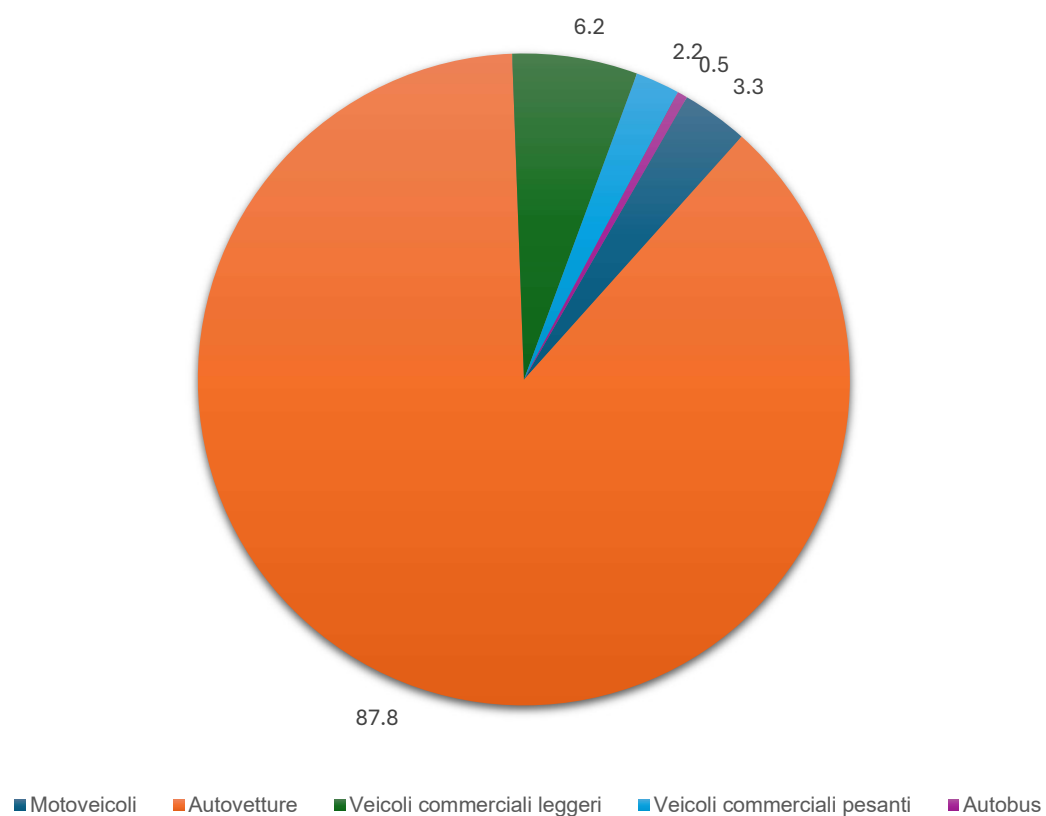
Flussogramma 15'



Flussogramma orario



% Distribuzione veicolare

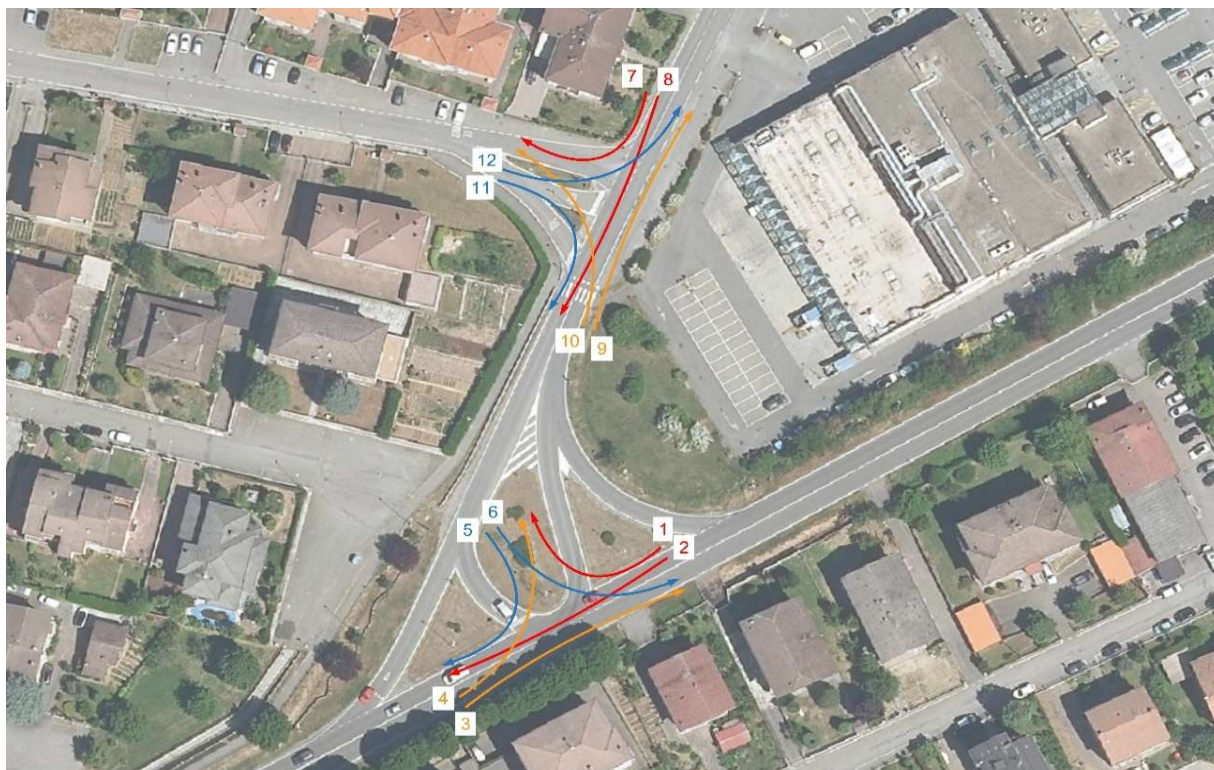


REPORT VOLUMI DI TRAFFICO

COMUNE DI RIVERGARO

S.S. n. 45, S.P. n. 28 e via del Pareto

Fasce orarie critiche



Individuazione periodo critico

Orario	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Autovetture euivalenti	Periodo critico			
06:30 - 06:45	7	199	29	13	3	278	1263	1450	1670	1832
06:45 - 07:00	2	220	34	8	1	290				
07:00 - 07:15	9	235	45	2	4	319				
07:15 - 07:30	8	295	38	10	0	376				
07:30 - 07:45	12	359	65	1	0	465	1926	1953	1933	
07:45 - 08:00	21	424	38	7	2	510				
08:00 - 08:15	21	394	31	13	2	481				
08:15 - 08:30	12	409	31	4	0	470				
08:30 - 08:45	14	402	35	15	0	492				
08:45 - 09:00	14	394	39	15	0	490				
16:30 - 16:45	9	338	32	15	3	427	2039	2210	2224	2240
16:45 - 17:00	33	461	15	11	0	522				
17:00 - 17:15	26	446	38	8	0	532				
17:15 - 17:30	24	477	38	3	3	558				
17:30 - 17:45	32	534	25	4	1	598	2236	2220	2280	
17:45 - 18:00	31	499	10	3	0	536				
18:00 - 18:15	18	498	27	0	0	548				
18:15 - 18:30	31	498	12	9	2	554				
18:30 - 18:45	22	527	25	3	0	582				
18:45 - 19:00	31	516	27	12	0	596				

Periodo Critico 07:45 - 08:45 e 18:00 - 19:00

Orario	Manovra 1					Manovra 2				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
07:45 - 08:00	0	8	0	0	0	3	63	12	1	0
08:00 - 08:15	1	15	0	2	0	5	54	8	0	0
08:15 - 08:30	0	21	2	0	0	4	67	7	2	0
08:30 - 08:45	0	14	1	1	0	3	72	8	2	0
18:00 - 18:15	0	28	2	0	0	1	124	6	0	0
18:15 - 18:30	2	37	2	1	0	10	126	1	0	0
18:30 - 18:45	0	35	0	1	0	11	127	7	1	0
18:45 - 19:00	0	38	2	2	0	7	109	5	0	0

Orario	Manovra 3					Manovra 4				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
07:45 - 08:00	6	127	2	4	0	5	64	1	0	1
08:00 - 08:15	10	120	5	7	0	1	49	4	0	0
08:15 - 08:30	2	107	5	0	0	1	46	0	0	0
08:30 - 08:45	3	100	6	1	0	2	51	2	1	0
18:00 - 18:15	9	73	6	0	0	1	31	2	0	0
18:15 - 18:30	9	71	4	1	0	0	34	0	1	1
18:30 - 18:45	5	74	3	0	0	1	22	3	0	0
18:45 - 19:00	14	61	7	2	0	2	38	0	0	0

Orario	Manovra 5					Manovra 6				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
07:45 - 08:00	1	23	3	1	0	0	14	8	0	0
08:00 - 08:15	1	25	2	0	1	0	17	2	1	0
08:15 - 08:30	2	27	3	0	0	0	20	4	1	0
08:30 - 08:45	2	33	3	4	0	0	15	4	0	0
18:00 - 18:15	1	62	2	0	0	2	22	1	0	0
18:15 - 18:30	3	51	1	0	0	0	24	0	2	0
18:30 - 18:45	2	69	3	0	0	0	30	1	0	0
18:45 - 19:00	3	63	5	0	0	0	27	0	3	0

Orario	Manovra 7					Manovra 8				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
07:45 - 08:00	0	2	0	0	0	1	31	10	1	0
08:00 - 08:15	0	4	2	0	0	1	32	4	1	0
08:15 - 08:30	0	3	1	0	0	2	38	6	1	0
08:30 - 08:45	0	0	1	0	0	2	34	6	2	0
18:00 - 18:15	0	7	0	0	0	3	74	2	0	0
18:15 - 18:30	1	8	1	0	0	3	75	1	2	0
18:30 - 18:45	0	7	0	0	0	2	94	3	0	0
18:45 - 19:00	0	7	1	0	0	3	86	4	3	0

Orario	Manovra 9					Manovra 10				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
07:45 - 08:00	3	70	1	0	0	2	2	0	0	1
08:00 - 08:15	2	52	3	1	0	0	12	1	1	0
08:15 - 08:30	1	59	2	0	0	0	8	0	0	0
08:30 - 08:45	1	61	3	1	0	1	4	0	1	0
18:00 - 18:15	1	56	3	0	0	0	3	1	0	0
18:15 - 18:30	1	63	2	1	0	1	8	0	1	1
18:30 - 18:45	1	52	3	1	0	0	5	0	0	0
18:45 - 19:00	2	68	2	2	0	0	8	0	0	0

Orario	Manovra 11					Manovra 12				
	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus	Motoveicoli	Autovetture	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Autobus
07:45 - 08:00	0	6	1	0	0	0	14	0	0	0
08:00 - 08:15	0	10	0	0	1	0	4	0	0	0
08:15 - 08:30	0	9	1	0	0	0	4	0	0	0
08:30 - 08:45	0	14	1	2	0	0	4	0	0	0
18:00 - 18:15	0	10	1	0	0	0	8	1	0	0
18:15 - 18:30	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
18:30 - 18:45	0	5	1	0	0	0	7	1	0	0
18:45 - 19:00	0	4	1	0	0	0	7	0	0	0

Distribuzione autovetture equivalenti - 07:45 - 08:45



Distribuzione autovetture equivalenti - 18:00 -19:00

