



PROVINCIA DI REGGIO EMILIA - Servizio Infrastrutture, Mobilità Sostenibile, Patrimonio ed Edilizia

IL DIRIGENTE: Dott. Ing. Valerio Bussei

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Francesca Guatteri

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE:



POLINOMIA srl
Società di ingegneria dei trasporti
e matematica applicata

TEAM DI PROGETTO

Ing. Alfredo Drufuca
Dott. Luigi Torriani
Ing. Stefano Battaiotto
Ing. Francesco Castelnuovo

ELABORATO

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

VALUTAZIONE TRASPORTISTICA DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE REV.
PD	XX	RT01	2 0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato	
00	PDXRTO1_20_5010	5010	-	A4	
5					
4					
3					
2					
1					
0	EMISSIONE	DIC 2020	S. Battaiotto	L. Torriani	A. Drufuca
REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.

INDICE

0	<i>Premessa</i>	4
1	<i>Assetto della rete nel quadrante a sud/est di Reggio</i>	5
1.1	Altre infrastrutture e servizi di trasporto.....	6
2	<i>Analisi dei flussi veicolari</i>	7
2.1	Conteggi di traffico estratti dal PUMS di Reggio	7
2.2	Conteggi di traffico effettuati per il presente studio	10
2.3	Rilievo della quota di traffico “passante”	15
2.4	Elaborazione dei tempi di percorrenza	17
3	<i>Modello di simulazione del traffico</i>	22
3.1	Modello di simulazione Dynameq	22
3.2	Traffico generato dai residenti	24
3.3	Validazione del modello di simulazione.....	24
3.4	Indicatori relativi allo stato di fatto.....	26
4	<i>Scenari di progetto</i>	29
4.1	Alternative di tracciato	29
4.2	Scenario di domanda	32
5	<i>Valutazione delle alternative con il modello di simulazione</i>	33
5.1	Analisi di primo livello	34
5.1.1	Alternativa A	34
5.1.2	Alternativa C.....	38
5.1.3	Alternativa D	41
5.1.4	Alternativa E.....	44
5.1.5	Riepilogo della valutazione comparata di primo livello	46
5.2	Analisi di secondo livello	48
5.2.1	Alternativa A’	48
5.2.2	Riepilogo della valutazione comparata di secondo livello	50
6	<i>Sintesi e conclusioni</i>	52

0 Premessa

L'evoluzione economica e demografica del territorio ha portato alla formazione di nuclei abitati lungo importanti strade di collegamento, per le opportunità che tali collocazioni davano allo sviluppo.

Nel passare dei decenni, con la crescita continua del traffico veicolare motorizzato lungo le strade di collegamento, per questi centri abitati alle opportunità si è aggiunto, di converso, un forte problema di impatto del traffico.

Questo problema è ovviamente più critico sulle strade in avvicinamento al capoluogo provinciale, dati i volumi di traffico che percorrono queste tratte.

In accesso a Reggio Emilia i problemi di impatto del traffico su alcuni centri sono già stati risolti con la realizzazione di varianti alle strade provinciali; si pensi ai nuclei di San Martino, Gavassa, Bagnolo, Sesso e Canali.

Altri casi saranno risolti con il prolungamento della Tangenziale nord fino a Corte Tegge e con la variante di Rivalta alla SS63; altri ancora sono tuttora in esame e riguardano principalmente Bagno, Masone e Fogliano.

Ognuno dei casi citati presenta le sue particolarità (tracciato e caratteristiche della strada, volume del traffico "passante", dimensioni del nucleo abitato interferito, assetto del territorio nell'intorno, ..) e quindi va esaminato con valutazioni ad hoc.

Il presente studio, commissionato dalla Provincia di Reggio Emilia in accordo con il Comune di Reggio, si occupa della variante di Fogliano, al fine di dare una valutazione comparata in termini trasportistici delle diverse ipotesi di tracciato in esame.

Il presente rapporto è organizzato come segue:

- capitolo 1 : assetto attuale della rete;
- capitolo 2 : analisi dei dati relativi ai flussi veicolari;
- capitolo 3 : ricostruzione dello stato di fatto con un modello di simulazione dinamica del traffico;
- capitolo 4 : definizione delle alternative di tracciato della variante;
- capitolo 5 : valutazione comparata delle alternative con il modello di simulazione;
- capitolo 6 : sintesi e conclusioni dello studio.

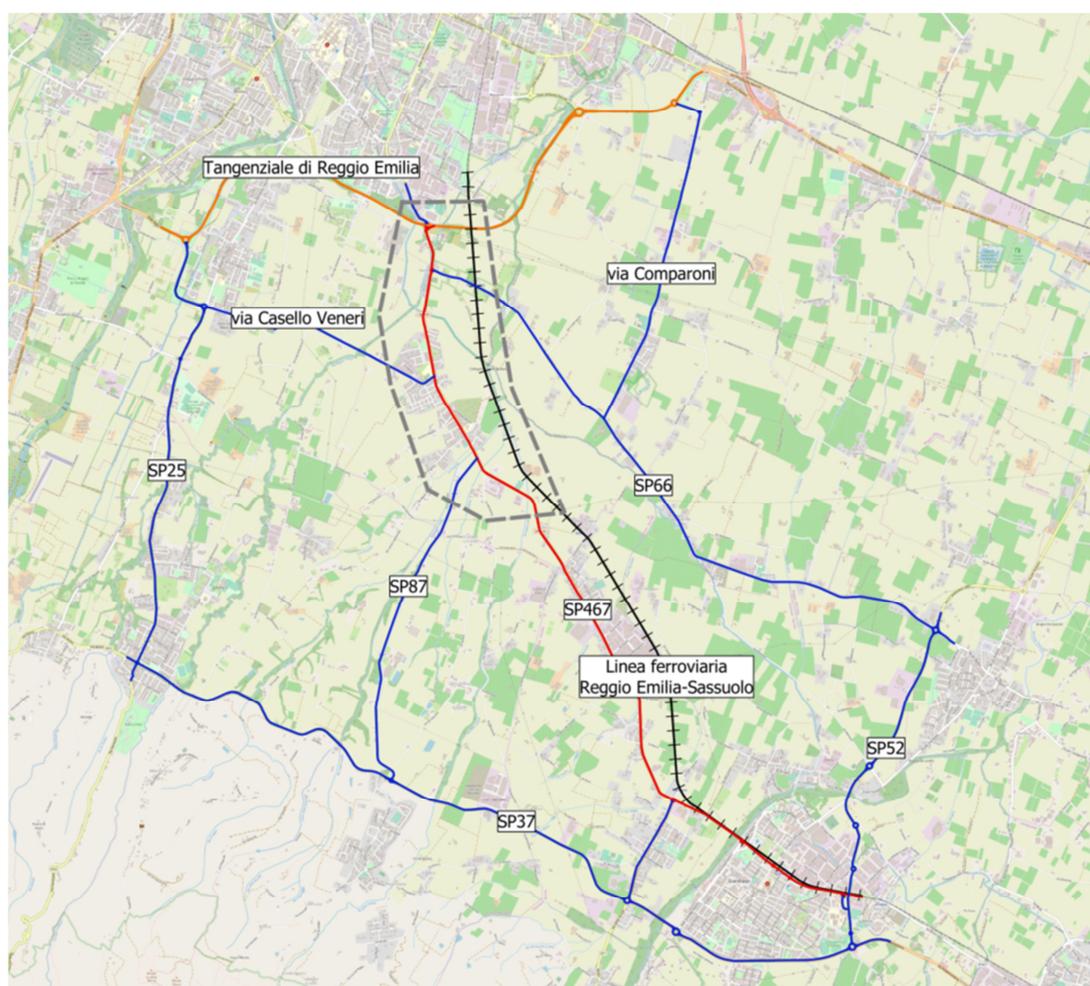
1 Assetto della rete nel quadrante a sud/est di Reggio

Le strade che, nel quadrante a sud/est di Reggio, convergono dalla zona pedemontana verso la città, sono le seguenti :

- SP25 da Albinea
- SP87 / via Bersane
- SP7 da Pratissolo
- SP467 da Scandiano-Casalgrande
- SP52 da Scandiano
- SP66 / via A. Frank da Arceto
- Via Compagnoni da Gavassetto

Le strade citate costituiscono, nel quadrante in esame, la rete dei collegamenti fra la SP37 Pedemontana e la SP114 Tangenziale sud/est di Reggio.

A questi collegamenti principali si aggiunge l'asse est-ovest di via San Marco-Veneri, che collega Canali (SP25) con Fogliano (SP467).



Mapa della viabilità principale nel quadrante a sud/est di Reggio, con evidenziate la SP467, la Tangenziale sud/est di Reggio e il perimetro dell'area oggetto di simulazione del traffico

La figura riporta l'assetto attuale della rete stradale e l'area riprodotta nel modello di simulazione del traffico (cfr cap. 3).

In quell'area la SP467 attraversa il nucleo principale di Fogliano, per una tratta di circa 1,5 km di sviluppo, con evidente impatto del traffico sulle residenze e le attività.

1.1 Altre infrastrutture e servizi di trasporto

Oltre alla rete stradale, nel quadrante in esame si trova la linea Reggio-Sassuolo, che si sviluppa parallela alla SP467, a circa mezzo km di distanza da questa.

La ferrovia presenta nella tratta in esame tre fermate (Due Maestà, Fogliano e Bosco) attualmente sprovviste di servizio passeggeri.

L'unica interferenza della linea ferroviaria con la rete stradale sopra descritta è costituita dal passaggio a livello su via A. Frank, a 500 m. circa di distanza dalla rotatoria fra questa via e la SP467.

Per quanto riguarda le autolinee la SP467 nella tratta di Fogliano è percorsa dalle seguenti linee :

- Linea urbana 9 Mancasale-Fogliano,
- Linea extraurbana 46 Reggio E. - Baiso - Carpineti - C. Monti.

2 Analisi dei flussi veicolari

L'analisi quantitativa del traffico nel quadrante in esame è stata effettuata utilizzando le seguenti informazioni:

- I conteggi di traffico riportati nel Piano Urbano della Mobilità di Reggio Emilia in iter di approvazione,
- I conteggi di traffico effettuati ad hoc per il presente studio;
- Il rilievo della quota traffico "passante" sulla SP467 a Fogliano;
- L'acquisizione/elaborazione dei tempi di percorrenza su vari itinerari di collegamento fra Pedemontana e Tangenziale sud/est.

Nei seguenti paragrafi sono riportati i valori di traffico, suddivisi nelle tipologie sopra elencate.

2.1 Conteggi di traffico estratti dal PUMS di Reggio

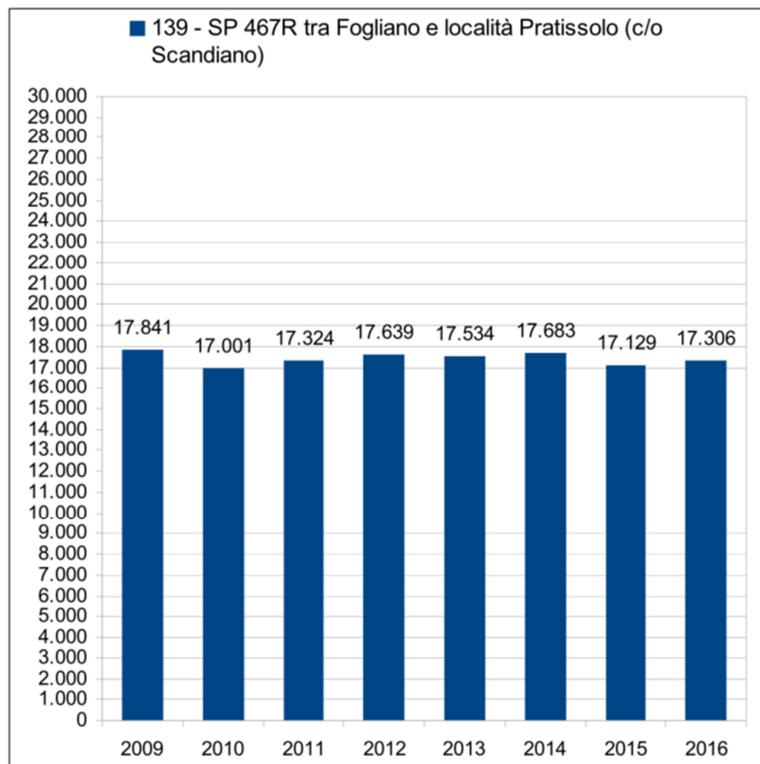
Dalla *Relazione preliminare* del PUMS di Reggio Emilia (luglio 2018) è di interesse per il presente studio estrarre i dati di traffico, nel seguito riportati.

Dal Sistema regionale MTS (Monitoraggio Traffico Stradale) di rilevazione dei flussi di traffico, che monitora una serie di sezioni stradali nell'intorno di Reggio Emilia e sulle sue tangenziali, sono in particolare riportati nel PUMS i valori relativi alle seguenti sezioni :

- Sez. 139 : SP467 tra Fogliano e località Pratissolo
- Sez. 670 : SP114 fra la rotatoria SP 114/viale Parisoli e la rotatoria con la SP467

Postazione	Strada	Ultimo anno di rilievo	Giornaliero medio	Quota pesanti	Giornaliero medio feriale	Giornaliero medio festivo	Rapp. festivo/feriale
139	SP 467R tra Fogliano e località Pratissolo (c/o Scandiano)	2016	16.145	3,1%	17.306	13.306	76,9%
670	SP 114 dalla rotatoria SP 114/viale Parisoli alla rotatoria SP467	2016	13.357	4,0%	---	---	---

Per la sezione 139 (sulla SP467) è anche riportato l'andamento negli ultimi anni dei flussi giornalieri medi; andamento che indica una sostanziale stabilità del flusso negli anni.



Andamento negli ultimi anni dei flussi giornalieri medi sulla SP467 (fonte MTS)

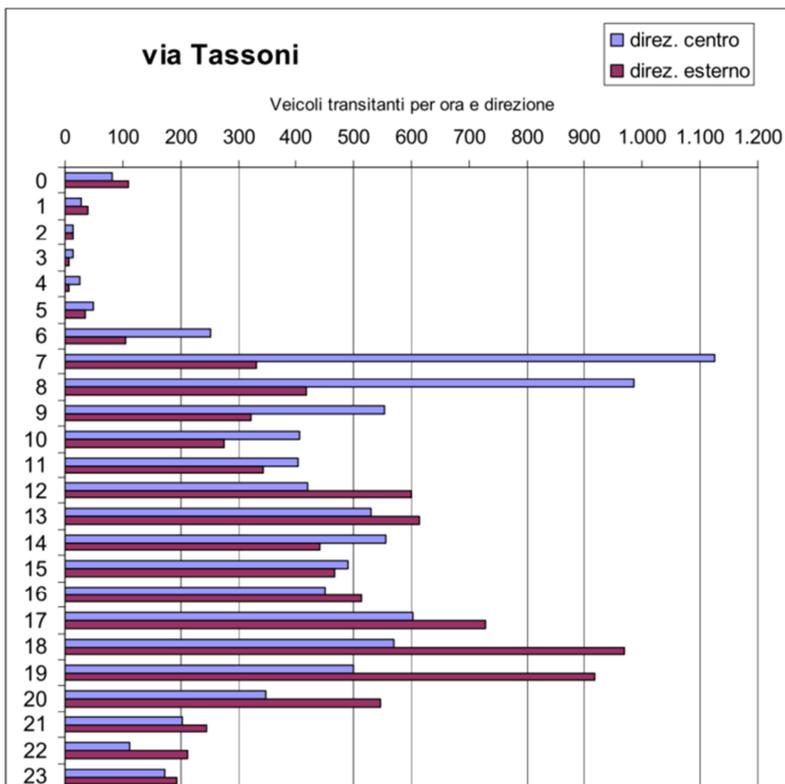
Altri conteggi, riportati nel PUMS di Reggio Emilia, sono stati effettuati appositamente dagli Uffici Tecnici del Comune sulle principali direttrici di accesso alla città.

Si riportano nel seguito i rilievi nelle seguenti sezioni

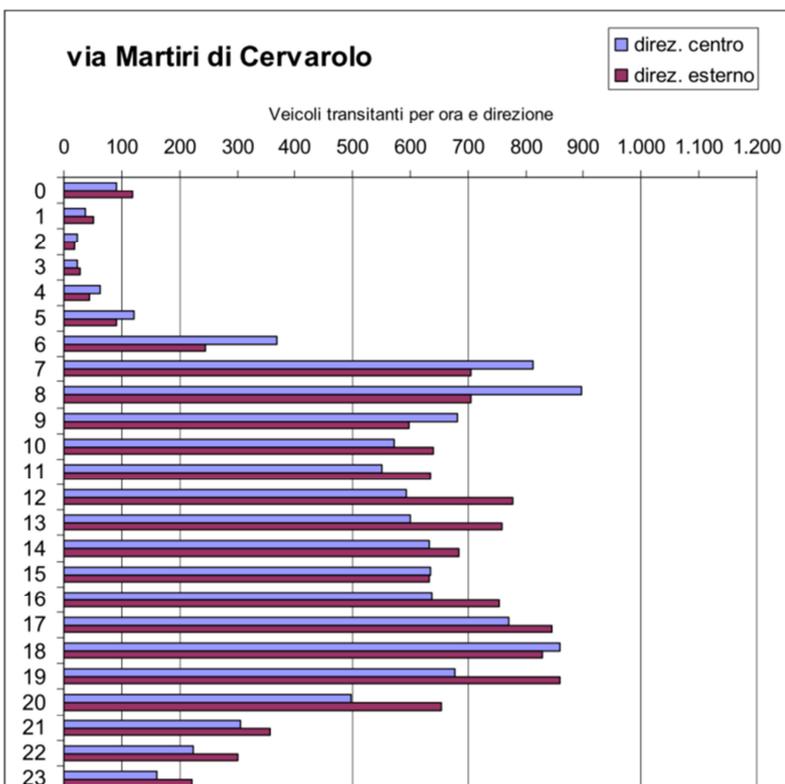
- Sezione sulla SP25 / via Tassoni a sud della variante di Canali
- Sezione sulla SP467 / via Martiri di Cervarolo a sud della rotatoria con la Tangenziale sud/est



Estratto della mappa delle sezioni di rilievo effettuate nel maggio 2017 dal Comune di Reggio per il PUMS



Veicoli rilevati transittanti per ora e direzione - via A. Tassoni (maggio 2017)



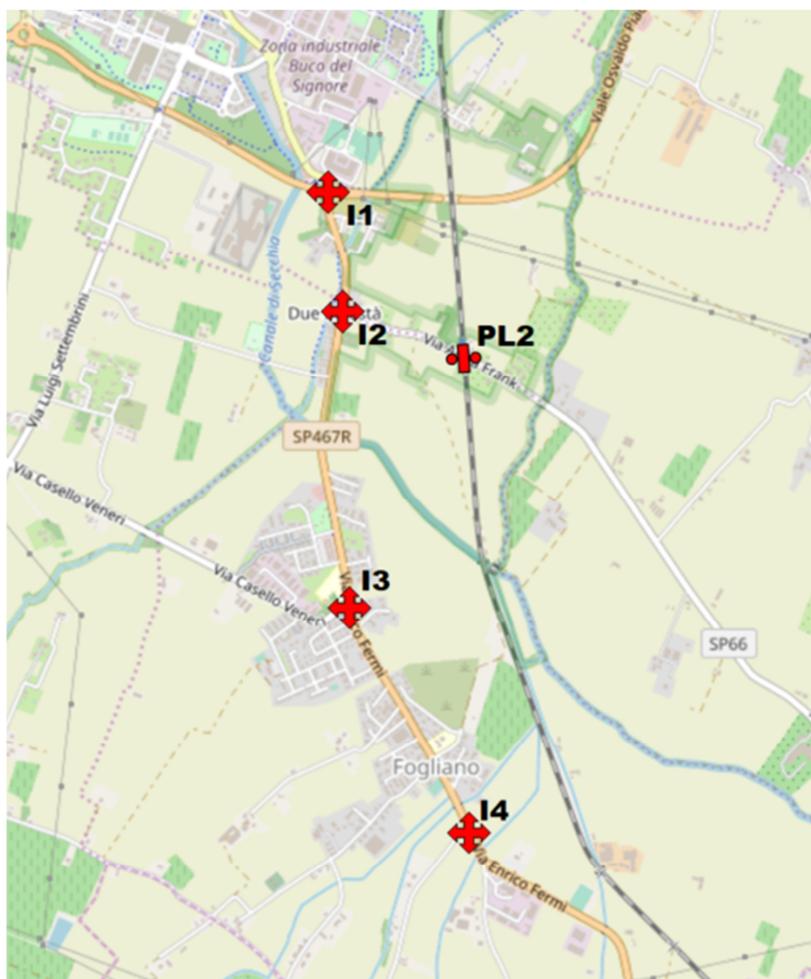
Veicoli rilevati transittanti per ora e direzione - via Martiri di Cervarolo (maggio 2017)

I flussi sulla SP25 il traffico è fortemente polarizzato verso il centro città la mattina e verso l'esterno la sera; questo effetto è decisamente più ridotto sulla SP467.

2.2 Conteggi di traffico effettuati per il presente studio

La campagna di rilievi effettuata per il presente studio comprende :

- il rilievo delle manovre di svolta nelle seguenti intersezioni :
 - I1 SP467/Tangenziale sud/est;
 - I2 SP467/SP66;
 - I3 SP467/via Veneri;
 - I4 SP467/SP87;
 - I5 SP87/SP37.
- il rilievo dei flussi di transito (e dei tempi di chiusura del p.l.) nella seguente sezione :
 - PL2 SP66 al p.l. di via A. Frank



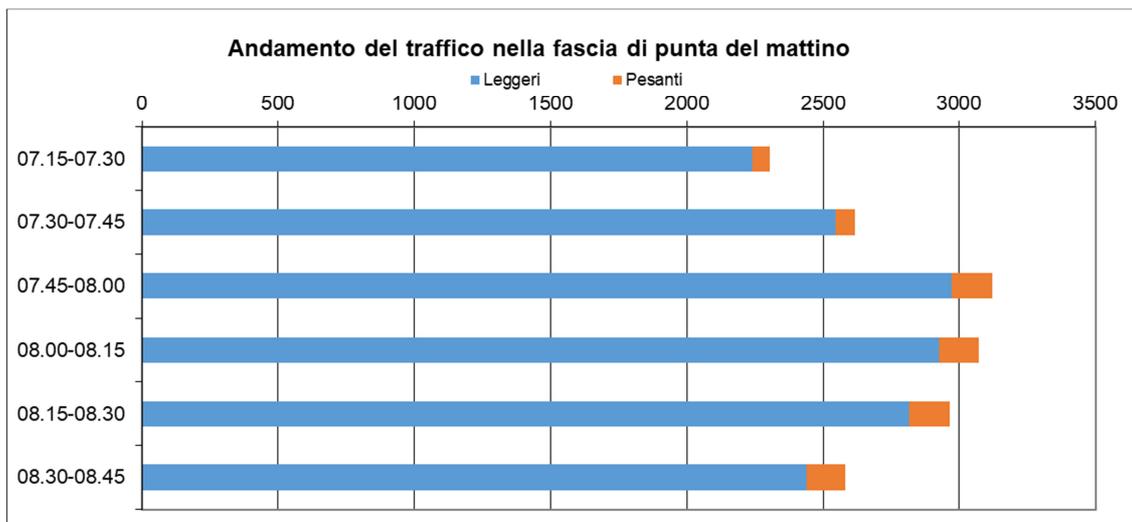
Distribuzione delle sezioni di conteggio effettuate sulla SP467 e SP66 (alle quali si aggiunge l'intersezione I5 fra SP87 e SP37 fuori mappa)

I conteggi sono stati effettuati in una giornata ferialo/scolastica nella quarta settimana di gennaio '20, nei 90' di punta di traffico del mattino (dalle 7:15 alle 8:45).

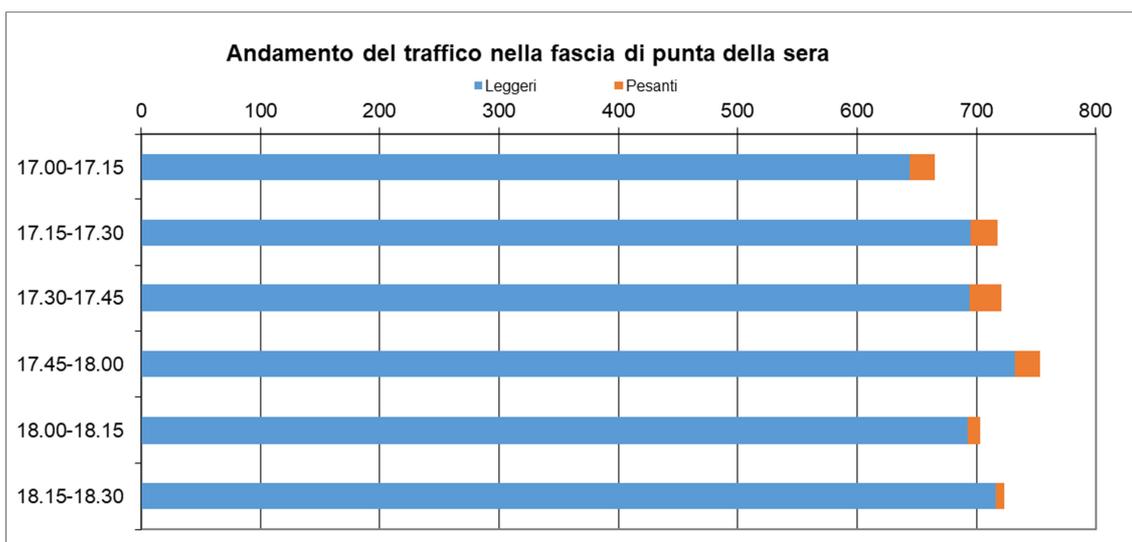
Per le sezioni I2 e PL2 il conteggio è stato ripetuto anche nei 90' di punta di traffico della sera (dalle 17:00 alle 18:30).

Analisi dell'andamento orario

I due grafici seguenti mostrano l'andamento del traffico durante l'intero periodo di monitoraggio per tutte le sezioni di controllo, sia per la fascia oraria mattutina che per quella serale¹:



Andamento del traffico - mattino



Andamento del traffico - sera

In entrambe le fasce orarie i flussi di traffico variano in maniera abbastanza graduale.

Per il mattino la punta di domanda è fra le 7:45 e le 8:30; l'ora di punta è stata identificata tra le 7:45 e le 8:45.

Mentre per la sera la punta di domanda è fra le 17:15 e le 18:30, con un calo rilevante della componente dei veicoli pesanti dopo le 18:00; l'ora di punta tra le 17:15 e le 18:15.

¹ La scala orizzontale dei due grafici è diversa, in quanto nel monitoraggio serale sono stati considerati solo due sezioni (I2 e PL2) rispetto alle sei intersezioni del mattino.

Analisi della composizione del traffico per categoria di veicoli

Il parco veicolare rilevato è costituito quasi interamente da mezzi leggeri, con una quota intorno al 95% circa sul totale del traffico nell’ora di punta del mattino e intorno al 97% alla sera.

Sezione	Strada/via	Veicoli 7:45-8:45	Quota leggeri	Quota pesanti
I1	SP467/SP114	3728	95.2%	4.8%
I2	SP467/Anna Frank	2329	95.0%	5.0%
I3	SP467/Casello Veneri	1950	94.1%	5.9%
I4	SP467/SP87	1526	94.8%	5.2%
I5	SP37/SP87	1264	93.6%	6.4%
PL	Passaggio a Livello	944	98.0%	2.0%

Composizione per categoria di veicoli - mattino

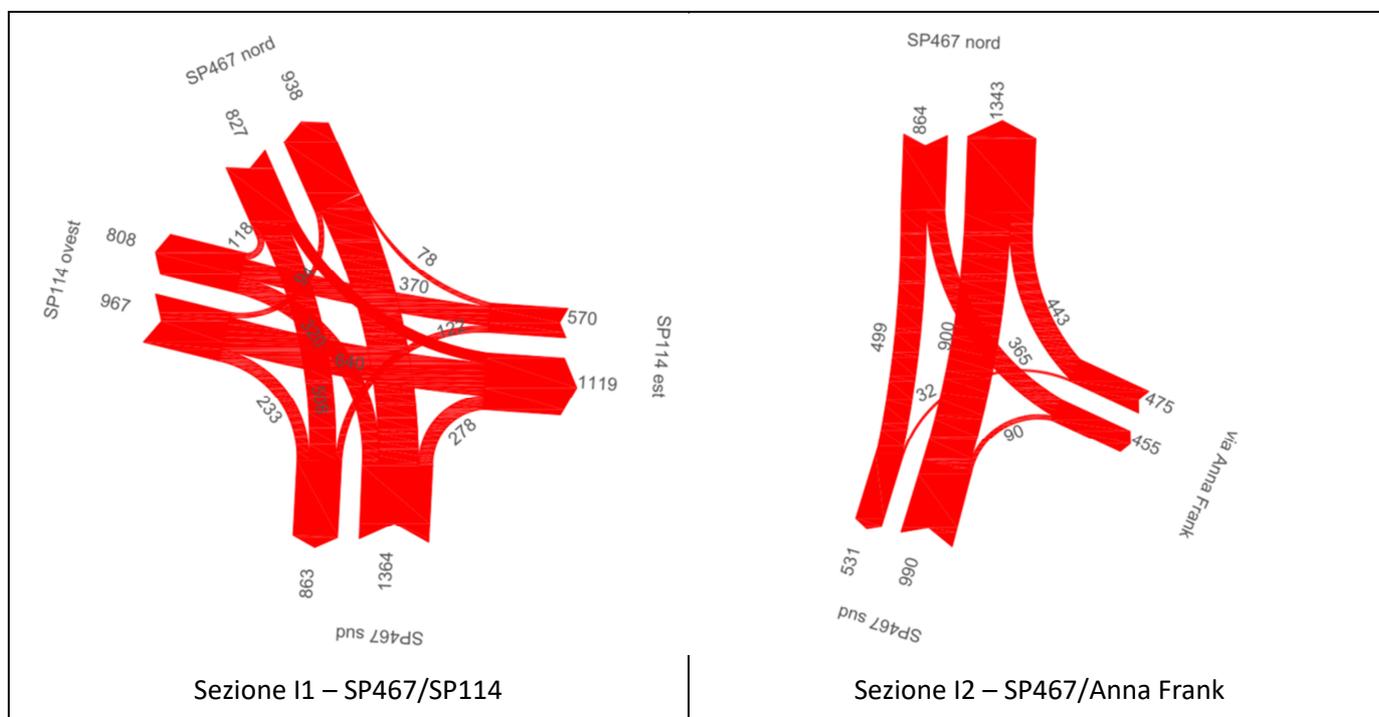
Sezione	Strada/via	Veicoli 17:15-18:15	Quota leggeri	Quota pesanti
I2	SP467/Anna Frank	2138	96.8%	3.2%
PL	Passaggio a Livello	757	98.3%	1.7%

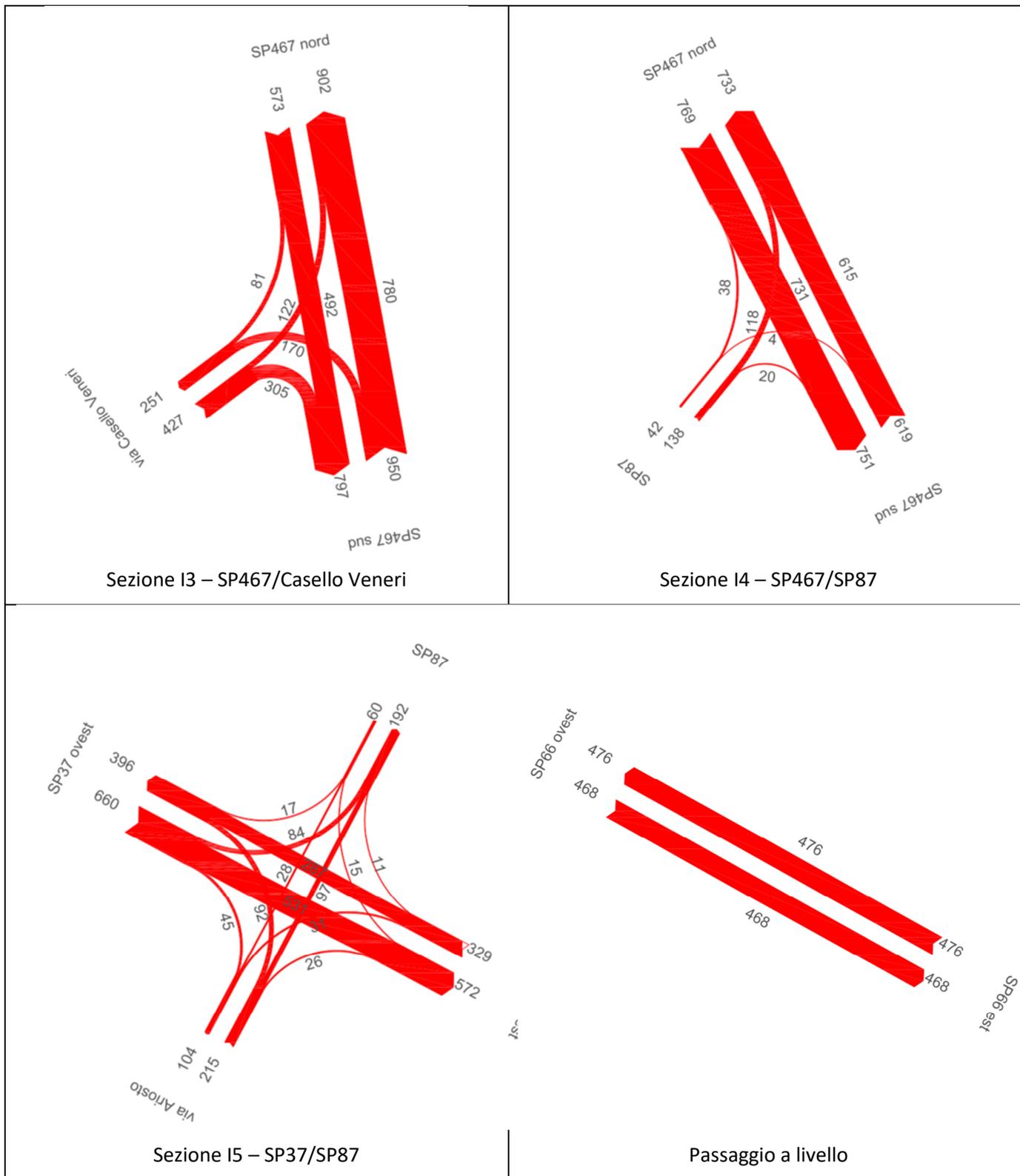
Composizione per categoria di veicoli - sera

Flussogramma delle manovre alle intersezioni

I flussogrammi di seguito riportati rappresentano graficamente per ogni intersezione le manovre di svolta e il numero di veicoli che le eseguono; i dati sono riportati in veicoli totali nell’ora di punta.

Flussogramma dell’ora di punta del mattino





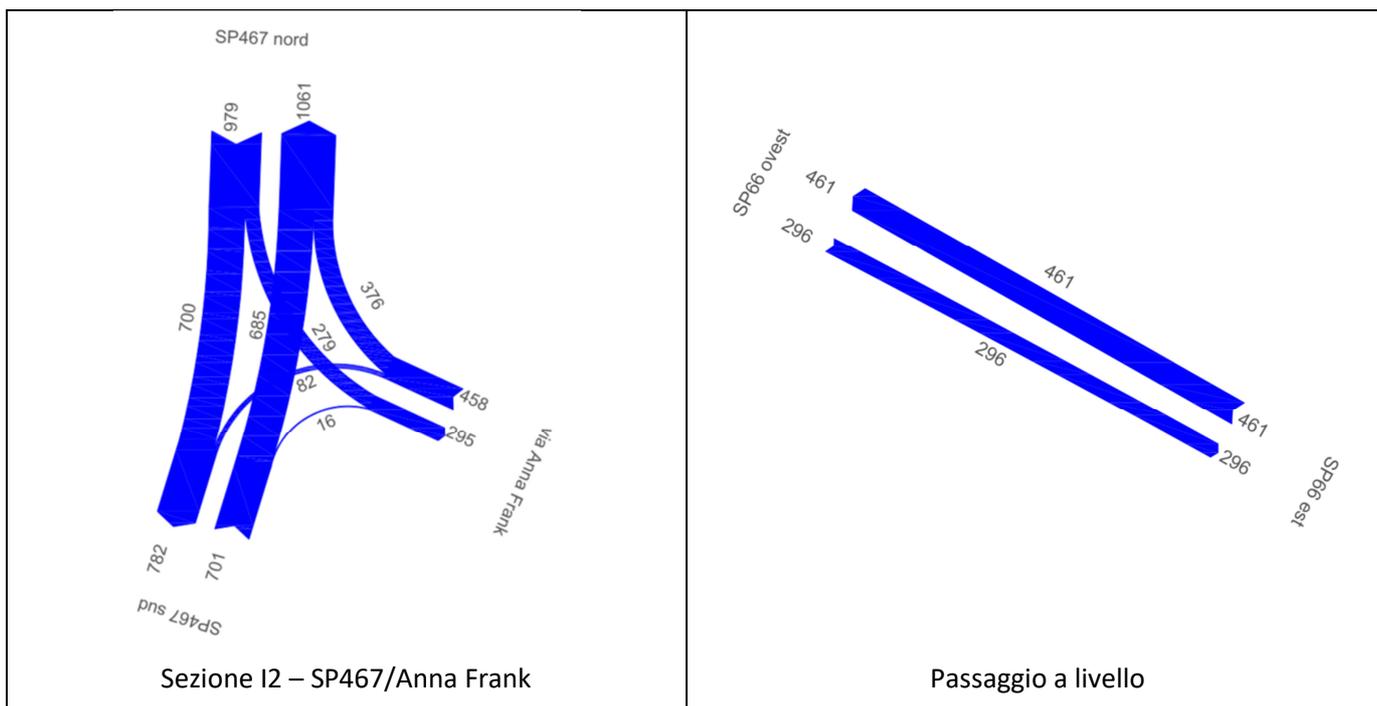
Nella punta del mattino il flusso lungo la SP467 è leggermente polarizzato verso il centro città; in questa direzione il flusso sulla provinciale va a crescere da sud di Fogliano fino alla rotonda con la Tangenziale sud/est, dove il flusso si divide come segue :

- 20% svolta a destra verso la via Emilia e la Tangenziale Nord
- 57% prosegue dritto verso il centro città;
- 23% svolta a sinistra verso la zona sud/ovest della città.

Al mattino il flusso in via A.Frank è circa la metà di quello rilevato sulla SP467.

Significativo è il flusso proveniente da via Casello Veneri (vedi sezione I3), flusso che svolta prevalentemente verso Scandiano.

Flussogramma dell'ora di punta della sera



Nell'ora di punta della sera il traffico alla rotonda fra SP467 e via A. Frank è circa il 10% inferiore al traffico di punta del mattino.

In via A. Frank risulta in particolare un calo, rispetto al mattino, in direzione di Arceto/Scandiano.

Tempi di chiusura del p.l. di via A. Frank

Sono stati inoltre rilevati i tempi di chiusura del passaggio a livello di via Anna Frank durante il periodo di monitoraggio dei flussi di traffico.

Si sono registrate complessivamente 5 chiusure (tre al mattino e due alla sera), con i seguenti tempi di chiusura:

Fascia	Orario di chiusura	Orario di apertura	Durata della chiusura
7:15-8:45	07:42	07:44	75"
	07:57	07:59	95"
	08:26	08:28	75"
17:00-18:30	17:52	17:53	82"
	18:16	18:19	116"

2.3 Rilievo della quota di traffico “passante”

La campagna di indagine effettuata per il presente studio comprende anche il rilievo in contemporanea - mediante videoripresa con riconoscimento automatico delle targhe- dei veicoli transitanti nelle sezioni C4 e C1 della SP467 in direzione centro di Reggio, nei 90' di punta di traffico del mattino.

La sezione C4 è posta poco a nord dell'intersezione SP467/SP87, mentre la sezione C1 è posta subito a sud dell'intersezione SP467/Tangenziale sud/est.



Distribuzione delle sezioni di rilievo del traffico “passante” sulla SP467

Dalla elaborazione dei filmati è possibile individuare i veicoli che transitano prima in C4 in direzione centro di Reggio e dopo 5' o 6' transitano in C1, individuando in tale modo la quota di veicoli che effettuato l'intero attraversamento di Fogliano (veicoli che presumibilmente utilizzeranno la prevista Variante).

Di questi veicoli (traffico di attraversamento di Fogliano) si individua anche la quota che, all'intersezione con la tangenziale, imbocca la svolta a destra continua in viale Piacentini, e non è quindi diretta verso il centro città.

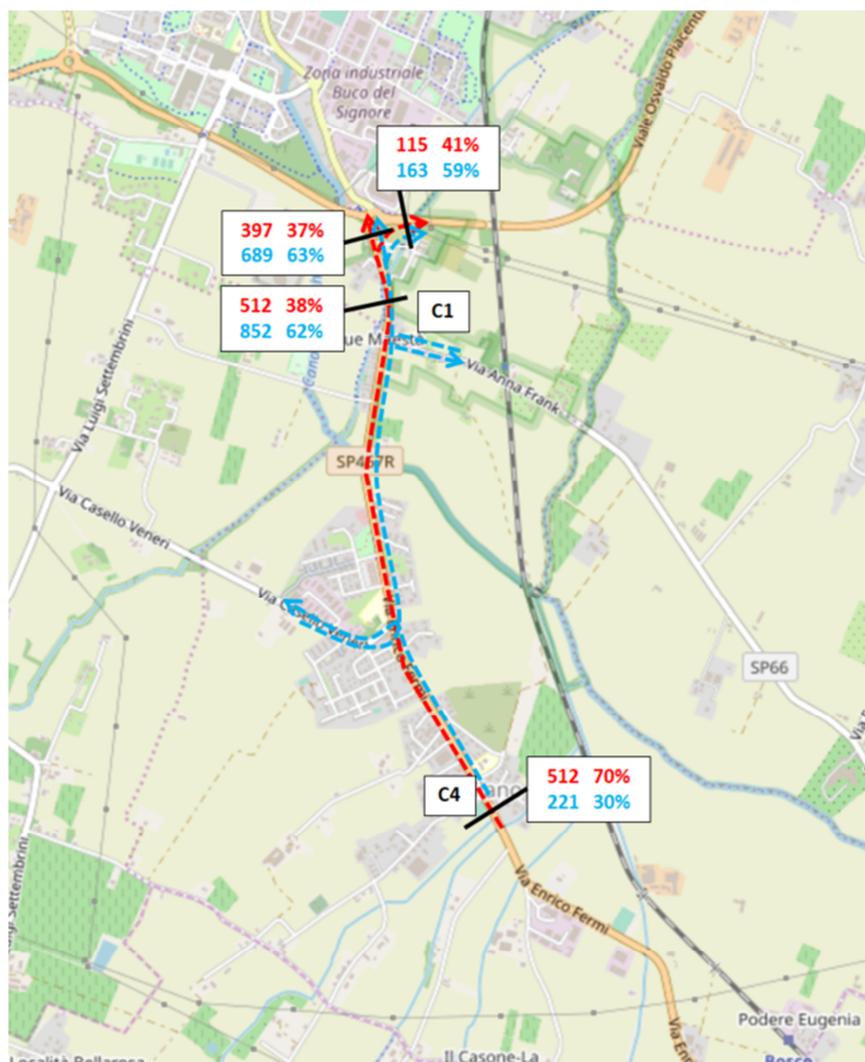
I dati raccolti sono stati elaborati secondo la logica di seguito descritta:

- Innanzitutto è stato calcolato il tasso di lettura delle targhe da parte delle telecamere rispetto al totale dei veicoli transitati, tasso pari al 98% per la sezione C4 e al 92% per la sezione C1; il minore tasso di acquisizione di quest'ultima è dovuto sia alla geometria della strada, posizionata in semicurva, che alla presenza di accodamenti.
- Per trovare la quota di veicoli in attraversamento è stato analizzato un periodo pari a 75', in modo tale da aumentare il numero di campioni osservati rispetto alla sola ora di punta.

- L'analisi successiva ha permesso di identificare, tramite una procedura automatica con controllo finale di riesame del filmato, i veicoli che sono transitati da entrambe le sezioni in un tempo compatibile con la lunghezza della tratta (sono quindi stati esclusi quei veicoli che, pur essendo stati registrati da entrambe le telecamere, si sono fermati lungo il percorso e che quindi non rientrano nel traffico di attraversamento diretto).
- Utilizzando formule statistiche è stata calcolata la percentuale di flusso di attraversamento, tenendo conto dei tassi di lettura (possibili veicoli transitati in entrambe le sezioni ma letti solamente da una delle due telecamere); la percentuale è stata rapportata all'ora di punta identificata in precedenza.

Si precisa che i dati analitici rilevati -potenzialmente sensibili- sono stati utilizzati unicamente per la suddetta elaborazione e quindi eliminati.

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente figura e nelle successive tabelle.



Traffico di attraversamento (in rosso) e specifico (in azzurro)

Il flusso specifico è quello proveniente o diretto verso le traverse (principalmente Veneri e A. Frank) oppure generato o attratto dagli abitati di Fogliano e Due Maestà.

I 512 veicoli in ora di punta che effettuano l'attraversamento di Fogliano, costituiscono il 70% del traffico nella sezione C4 (ingresso a Fogliano da sud) e il 38% nella sezione C1 (accesso alla rotatoria con la Tangenziale); in questa sezione è infatti prevalente il traffico specifico, che è generato da Fogliano o proveniente da via A. Frank.

Dei 512 veicoli che compiono l'attraversamento fino alla rotatoria, 397 di essi proseguono diritto (verso Reggio centro) o a sinistra, mentre 115 svoltano a destra su viale Piacentini.

	Flusso totale	Flusso di attraversamento	Flusso non di attraversamento
Sezione C4	733	512	221
		70%	30%
Sezione C1	1364	512	852
		38%	62%

	Flusso totale	Flusso di attraversamento	Flusso non di attraversamento
Ingresso in rotonda	1086	397	689
		37%	63%
Svolta a destra in viale Piacentini	278	115	163
		41%	59%

2.4 Elaborazione dei tempi di percorrenza

E' stata inoltre effettuata la registrazione ed analisi dei tempi di percorrenza, estratti da Google Traffic API, su una serie di itinerari stradali nella rete in esame.

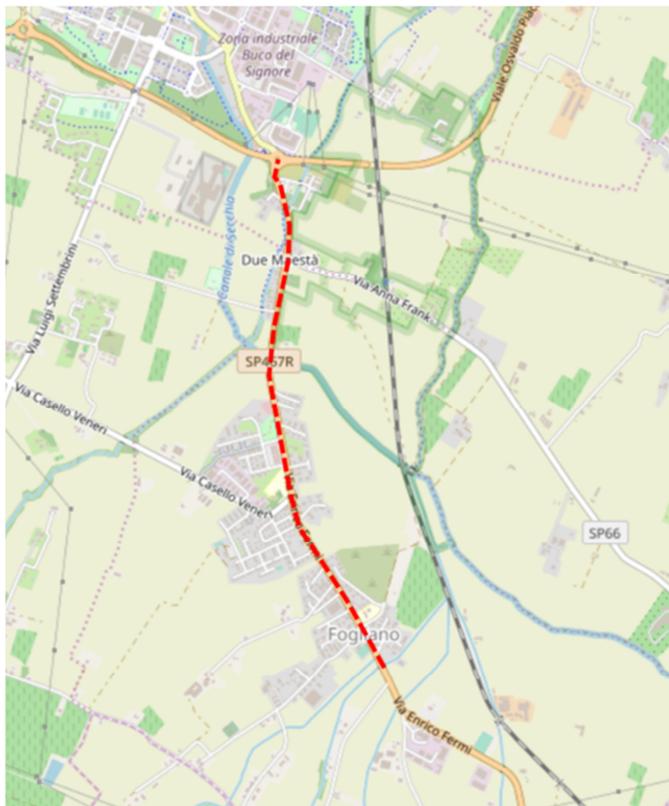
Gli itinerari esaminati sono i seguenti :

- La tratta della SP467 dall'attraversamento del rio di Fogliano alla rotonda con la Tangenziale sud/est e nella direzione opposta,
- Vari percorsi alternativi dalla Pedemontana alla rotonda fra la SP467 e la Tangenziale sud/est, e precisamente i seguenti percorsi :
 - A1 : da Albinea alla rotonda citata lungo la SP25 e la Tangenziale,
 - A2 : da Albinea alla rotonda citata lungo la SP37, SP87 e SP467,
 - B1 : da Pratissolo alla rotonda citata lungo la SP37, SP87 e SP467,
 - B2 : da Pratissolo alla rotonda citata lungo la SP7 e SP467,
 - C1 : da Scandiano alla rotonda citata lungo la SP37, SP7 e SP467,
 - C2 : da Scandiano alla rotonda citata lungo la SP52, SP66 e SP467.

I valori sono stati acquisiti in due giornate lavorative/scolastiche di gennaio 2020 (nelle medesime giornate di rilievo dei flussi di traffico), ogni 15' dalle 6:00 alle 10:00. I valori nel seguito riportati sono la media dei due giorni di acquisizione effettuati.

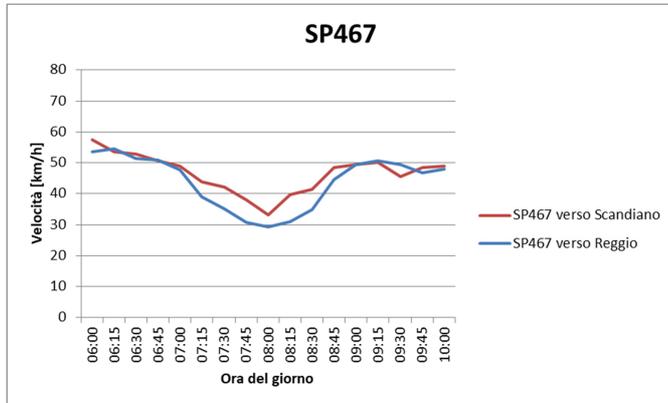
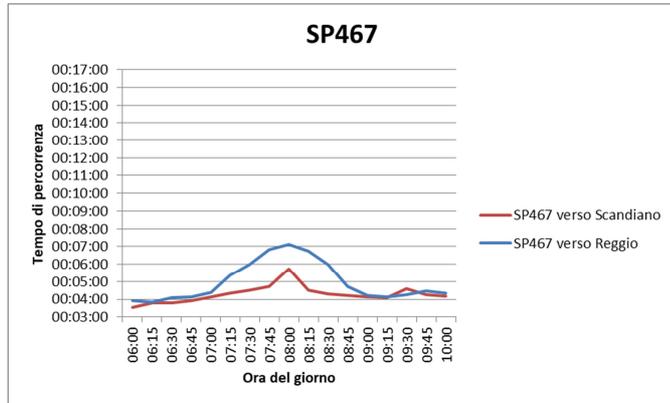
Per ogni percorso analizzato è riportato un grafico che riporta l'andamento dei tempi di percorrenza e uno con la variazione delle velocità medie.

Analisi dei tempi di percorrenza sulla tratta della SP467 in attraversamento di Fogliano



Mappa della tratta della SP467 in attraversamento di Fogliano

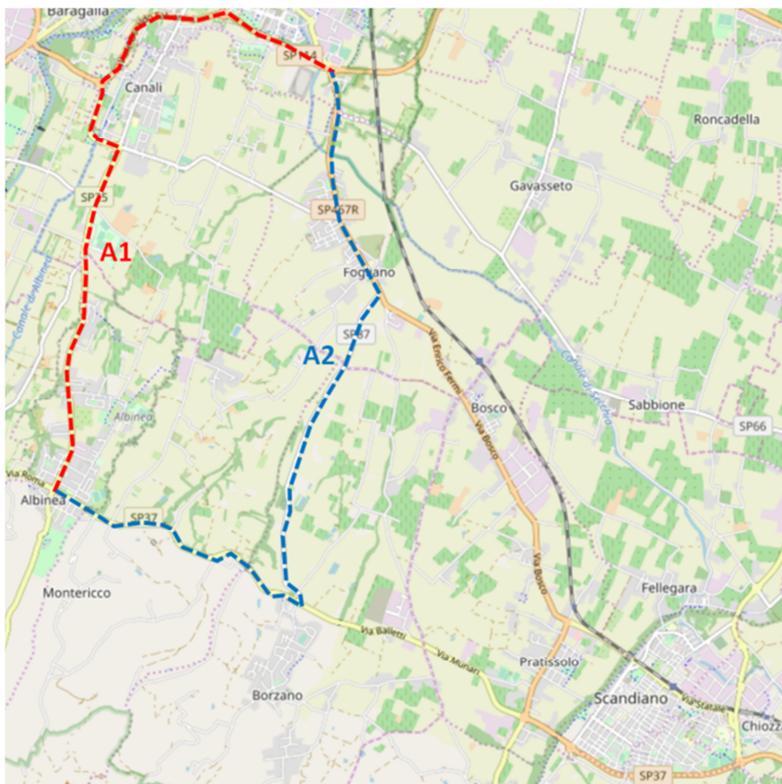
La lunghezza della tratta monitorata è di circa 3,47 km.



Verso il centro si registra un deciso rallentamento del flusso fra le 7:15 e le 8:30, con valori di velocità inferiori ai 40 km/h; mentre in direzione Scandiano i rallentamenti sono più concentrati intorno alle 8:00.

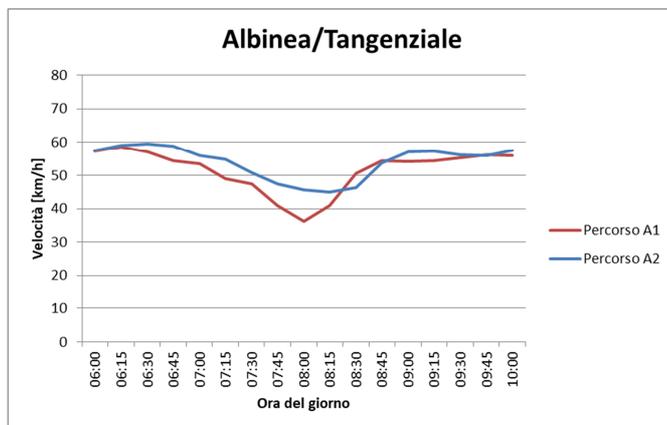
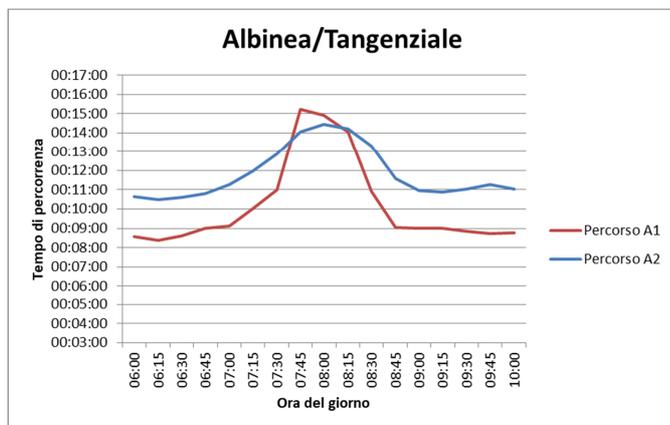
Dopo le 8:45 le velocità in entrambe le direzioni si stabilizzano fra i 45 e i 50 km/h.

Analisi dei tempi di percorrenza sui percorsi A1 e A2 da Albinea



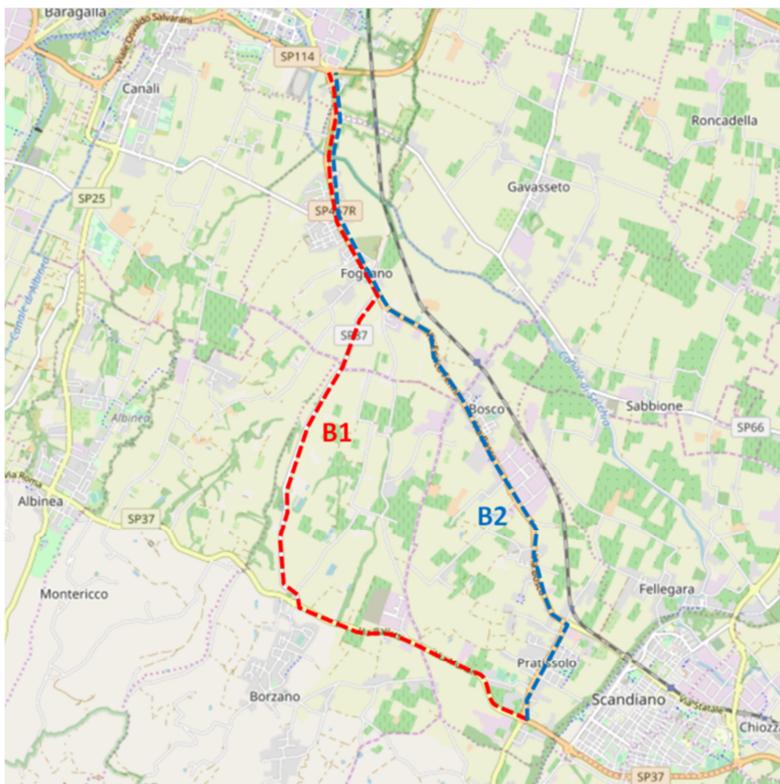
Mapa dei percorsi A1 e A2 da Albinea

La lunghezza del percorso A1 è di circa 8,39 km, mentre dell’A2 è di circa 10,08 km.



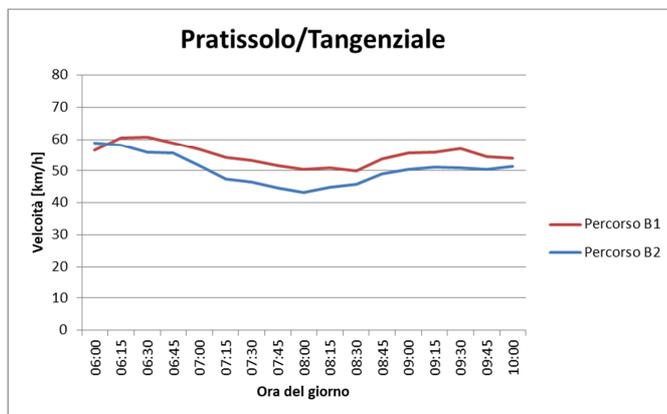
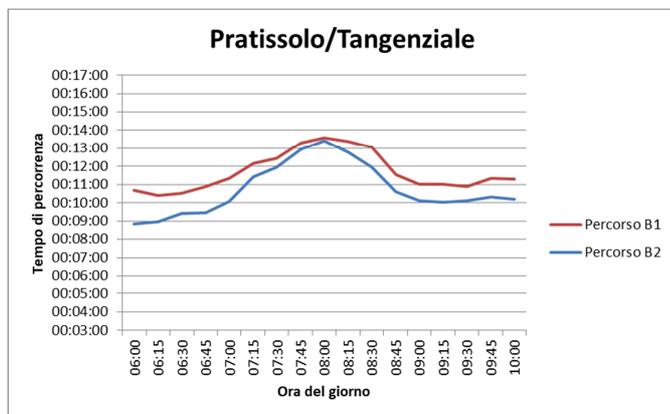
Il percorso A1 (SP25+Tangenziale) è abitualmente preferibile rispetto all’A2 sia come distanza che come tempo di percorrenza; fa eccezione l’intervallo 7:45-8:15 nel quale il percorso A1 è interessato dagli accodamenti in Tangenziale e quindi non risulta più chiaramente preferibile rispetto al percorso A2.

Analisi dei tempi di percorrenza sui percorsi B1 e B2 da Pratissole



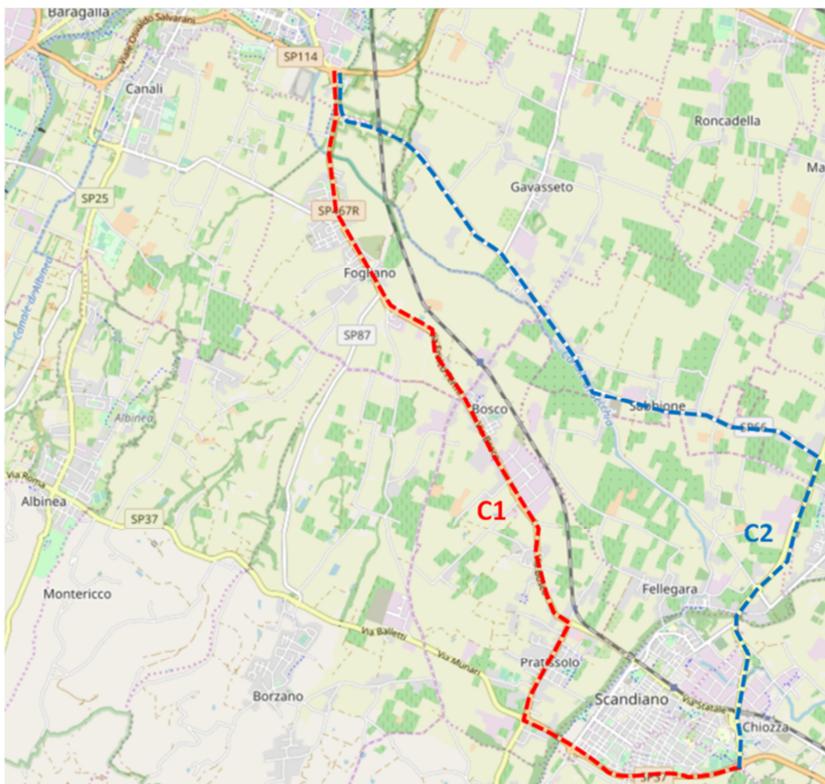
Mapa dei percorsi B1 e B2 da Pratissole

La lunghezza del percorso B1 è di circa 9,91 km, mentre la tratta B2 è di circa 8,56 km.



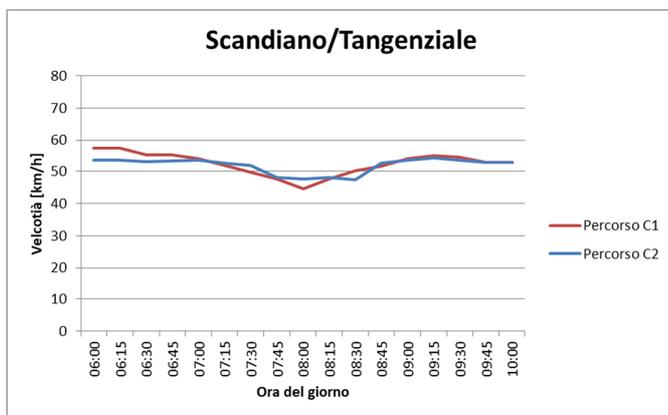
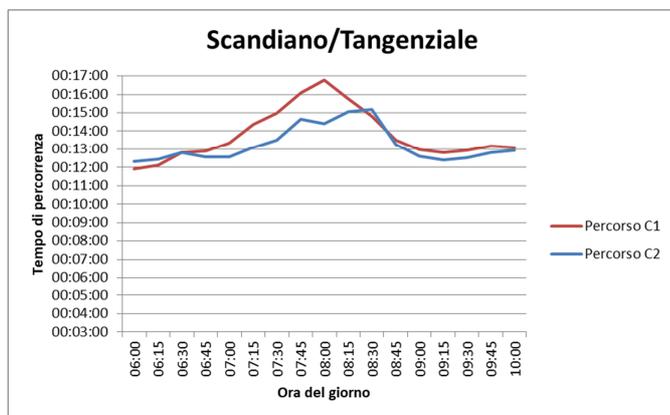
Il percorso B2 (SP7+SP467) è decisamente preferibile rispetto al B1 sia come distanza che come tempo di percorrenza.

Analisi dei tempi di percorrenza sui percorsi C1 e C2 da Scandiano



Mapa dei percorsi C1 e C2 da Scandiano

Il percorso C1 è lungo circa 11,26 km, mentre quello C2 è di circa 11,75 km.



I percorsi C1 e C2 in genere si equivalgono, salvo che nell'intervallo fra le 7:15 e le 8:15 nel quale i flussi che seguono il percorso C1 incontrano dei rallentamenti nell'attraversamento di Fogliano.

3 Modello di simulazione del traffico

3.1 Modello di simulazione Dynameq

Il funzionamento della rete viabilistica in esame è stato riprodotto con un modello matematico di simulazione.

È stato utilizzato un modello di simulazione dinamica multiscala basato sul software Dynameq, prodotto da INRO Montreal/Canada.

Si tratta di uno dei packages tecnicamente più avanzati, che consente di superare alcuni dei limiti che presentano da un lato i modelli 'macro' di simulazione statica su scala vasta e dall'altro i modelli di microsimulazione dinamica a scala locale².

In particolare il modello Dynameq è in grado di :

- Simulare l'andamento spazio/temporale degli spostamenti sulla rete nell'ambito della fascia oraria considerata, riproducendo così l'"onda di domanda" come si forma, si sviluppa e poi si dissolve, e che genera situazioni di sovraccarico e congestione che mano a mano si riposizionano sulla rete.
Per questo la simulazione è relativa non solamente all'ora di punta della domanda (come nei modelli tradizionali), ma ad una più ampia fascia oraria, in modo da riprodurre appunto il fenomeno del crescere/decrescere della domanda e degli stati di congestione;
- Riprodurre nel modello le varie opzioni a disposizione dell'automobilista, che riguardano non solo (come nei modelli tradizionali) la scelta del percorso in base ai tempi, distanze e costi di spostamento fra i diversi percorsi alternativi, ma anche la scelta dell'orario di partenza dello spostamento (all'interno della fascia oraria in esame) con l'obiettivo di evitare i momenti di maggiore congestione.
Per questo le diverse tipologie di spostamenti possono essere differenziate a seconda del loro grado di disponibilità/elasticità a modificare l'orario di partenza dello spostamento in base ai ritardi previsti dovuti alla congestione;
- Simulare (come nei modelli dinamici) il formarsi, estendersi e dissolversi degli accodamenti ai nodi o ai semafori, riproducendo l'accumulo dei veicoli rallentati o fermi in coda nelle tratte stradali che terminano nel nodo in congestione, e l'eventuale risalita di coda fino al nodo precedente creando situazioni di blocco temporaneo della circolazione nell'area interessata.
Questi effetti di crescita della densità veicolare e degli accodamenti vengono riprodotti sull'intera rete a scala vasta, in modo da tener conto anche su assi stradali/autostradali molto estesi dei fenomeni di congestione generati da criticità puntuali.

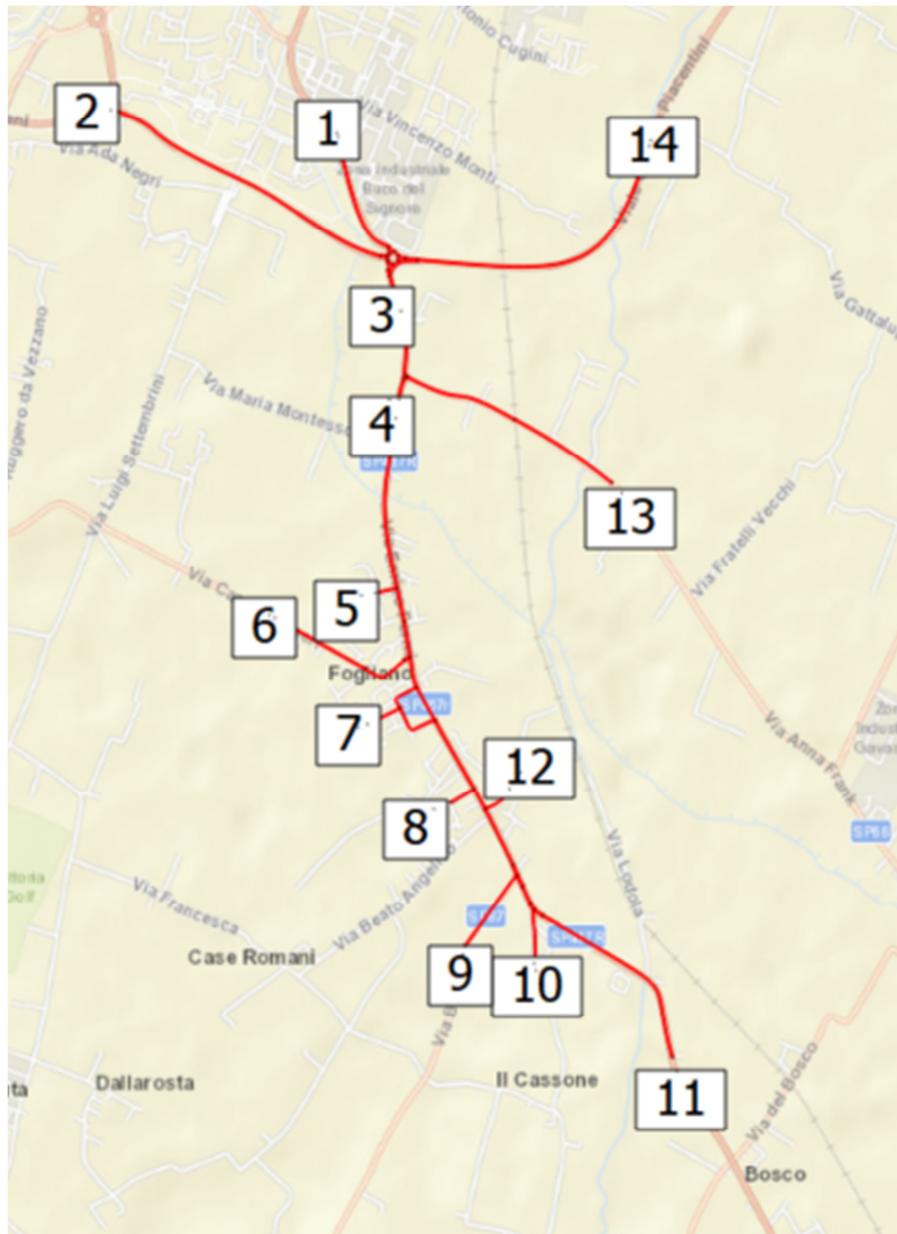
Lo sviluppo e la validazione di modelli di questo tipo (modelli dinamici multiscala) sono stati resi possibili nei tempi recenti dai seguenti fattori :

- Il miglioramento dei tempi di simulazione, dovuto all'incremento delle potenze di calcolo dei computer e all'ottimizzazione degli algoritmi numerici alla base della simulazione;

² Limiti che in estrema sintesi risiedono, per una applicazione come quella in esame, per i modelli 'macro' nell'uso di matrici di domanda 'statiche' (tipicamente orarie) e nell'uso di funzioni di deflusso monotone crescenti simmetriche; per quanto riguarda i modelli 'micro', nella eccessiva sensibilità rispetto ai parametri comportamentali utilizzati e rispetto al disegno geometrico delle reti simulate, nonché nella instabilità dei processi di assegnazione multipercorso.

- La disponibilità di big data relativi agli spostamenti automobilistici, in particolare all'andamento delle velocità di percorrenza dei veicoli sulla rete e nei vari intervalli orari (dati che rendono possibile un'analisi quantitativa dettagliata dell'andamento dell'onda di domanda).

Di seguito viene riportata la rete che è stata riprodotta con il software di simulazione.



Rete viabilistica riprodotta nel software Dynameq su base OpenStreetMap, con rappresentati i centroidi di origine e destinazione degli spostamenti

Sulla rete sono indicati i centroidi, ossia quelle zone/direttrici in cui si concentrano nel modello le origini e le destinazioni dei veicoli che percorrono la rete in esame; le zone 1, 2, 6, 9, 10, 11, 13 e 14 sono zone di margine e rappresentano le direttrici di ingresso/uscita nella rete simulata, mentre le zone 3, 4, 5, 7, 8 e 12 rappresentano le zone delle frazioni di Due Maestà e Fogliano interne all'area in esame.

Le matrici di origine e destinazione, riferite alla zonizzazione sopra riportata, sono state stratificate per :

- categoria di veicolo : veicoli leggeri (auto e furgoni) e veicoli pesanti (camion, articolati e bus);
- quarto d'ora, all'interno della fascia di punta 7:45-8:45.

Le matrici sono state ricostruite in base a :

- i rilievi effettuati nelle sezioni I1, I2, I3 e I4, che costituiscono i principali nodi di traffico della rete in esame (cfr par. 2.2);
- la quota di traffico di attraversamento proveniente dalle zone 9, 10 e 11 a sud e diretto alle zone 1, 2 e 14 a nord (cfr par. 2.3).

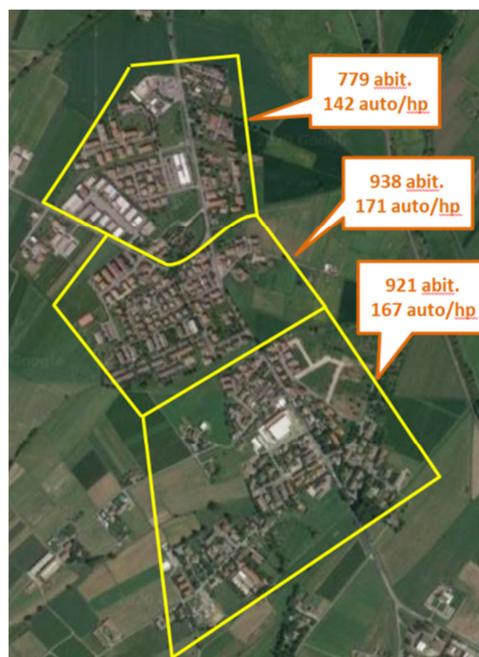
3.2 Traffico generato dai residenti

Per quanto riguarda il traffico generato dalle due località presenti nella tratta della SP467 in esame (Due Maestà e Fogliano), queste località sono di tipo prevalentemente residenziale e nell'ora di punta del mattino generano dei flussi veicolari in partenza dalle residenze che possono essere stimati proporzionalmente agli abitanti.

Le seguenti figure riportano la suddivisione delle due località in zone omogenee e la stima del traffico generato in ora di punta del mattino in funzione al numero di residenti.



Zone di Due Maestà



Zone di Fogliano

Popolazione residente e stima delle auto generate in ora di punta del mattino

Ne risulta una stima di traffico generato nell'ora di punta del mattino di 57 veicoli da Due Maestà e di 480 veicoli da Fogliano.

3.3 Validazione del modello di simulazione

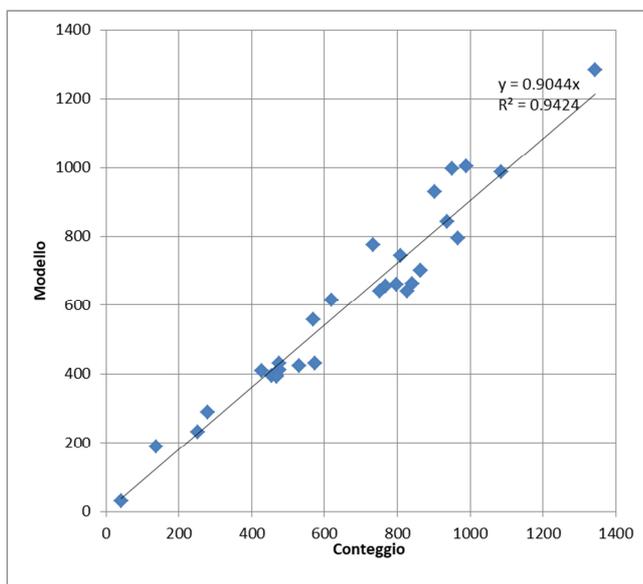
Le attività svolte per realizzare il modello di simulazione su software Dynameq si possono schematizzare nei seguenti passaggi:

- Acquisizione delle fonti dati e in particolare:
 - I dati disponibili sui rilievi dei flussi di traffico;
 - I big data relativi alle distribuzioni della velocità dei veicoli sui principali percorsi sulla rete in esame.
- Costruzione del modello di simulazione su software Dynameq e sua validazione sulla base dei dati raccolti (rilievi di traffico e distribuzione delle velocità).

- Restituzione dei principali risultati del modello.

La validazione del modello è stata effettuata analizzando le differenze tra i flussi reali registrati durante i rilievi sul campo e i flussi stimati dalla simulazione.

Dalla tabella seguente si osserva come le due serie di dati relative ai flussi e alle velocità abbiano un’ottima correlazione, indicando la buona affidabilità del modello relativamente alla riproduzione dello stato di fatto.



Scatter plot misurati/simulati e relativa retta di regressione

Direzione Reggio		Direzione Scandiano	
Velocità registrata da dati Google [km/h]	Velocità simulata [km/h]	Velocità registrata da dati Google [km/h]	Velocità simulata [km/h]
31.5	30.9	38.1	42.3
differenza %	-1.9%	differenza %	10.0%
differenza	-0.6	differenza	4.2

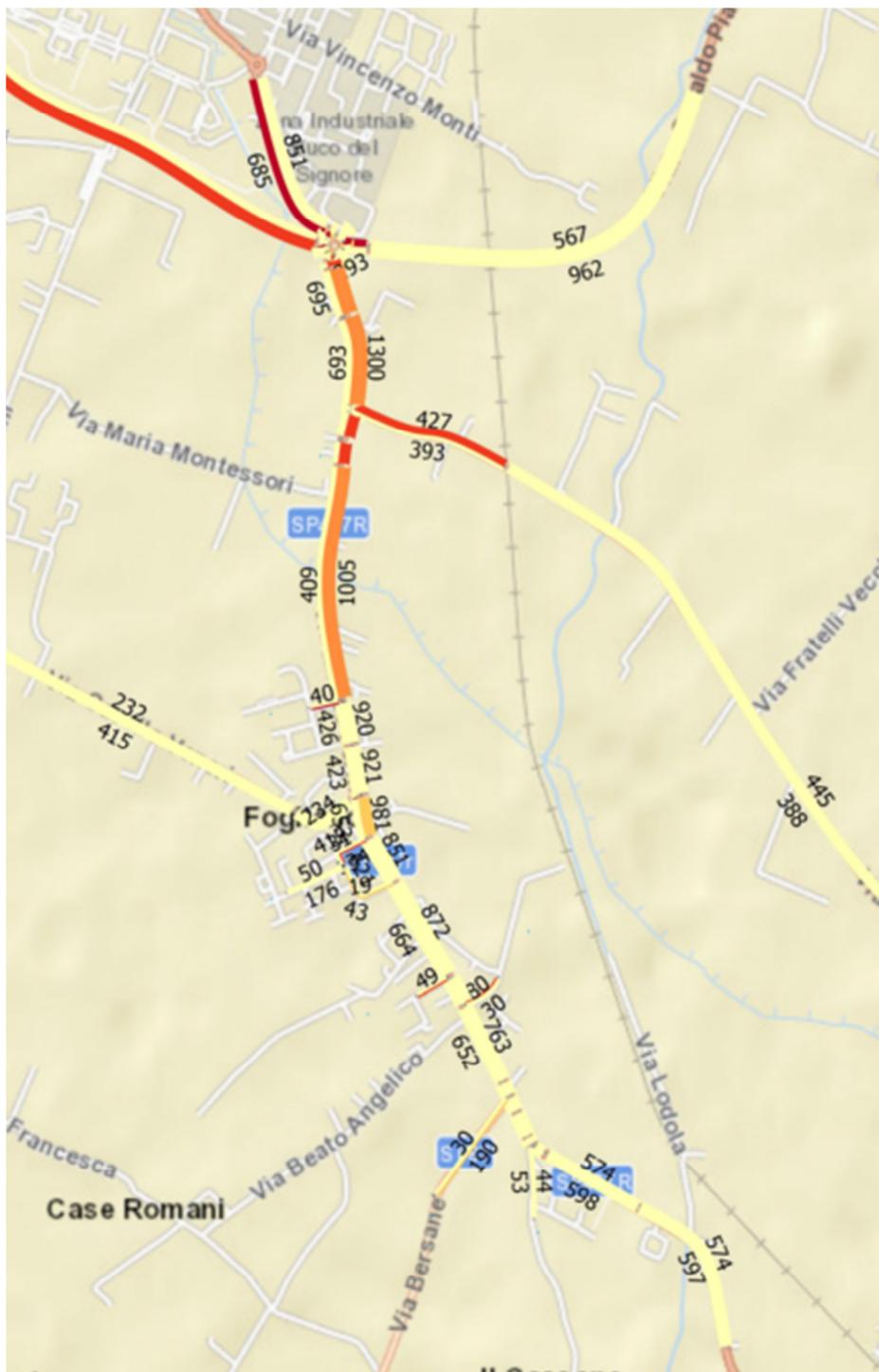
Confronto velocità Google - modello

3.4 Indicatori relativi allo stato di fatto

Il funzionamento della rete analizzata viene descritto da un'ampia serie di indicatori direttamente estraibili dal modello di simulazione.

Tra questi risultati si sono scelti come maggiormente rappresentativi i seguenti elaborati :

- Flussogramma riportante in etichetta i flussi veicolari (espressi in veicoli/ora) e in colore il grado di congestione (espresso come rapporto fra velocità media e velocità a deflusso libero)



Stato di fatto – Flussogramma dell'ora di punta del mattino riportante i flussi veicolari (etichette) e il grado di congestione (colore)

Stato di fatto		Veicoli in ora di punta del mattino										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	0.46	702	1283	1986	0.00	0	0	0				
B	1.20	421	993	1414	0.00	0	0	0	3.37	393	428	822
C	1.00	658	863	1520	0.00	0	0	0	1.43	232	413	645
D	0.61	619	612	1231					0.38	31	190	221
veic*km		1'859	3'011	4'870		-	-	-		1'670	2'107	3'777
veic*ora		44.8	109.6	154.4		-	-	-		37.2	59.6	96.7
vel.media		41.5	27.5	31.5						44.9	35.4	39.0

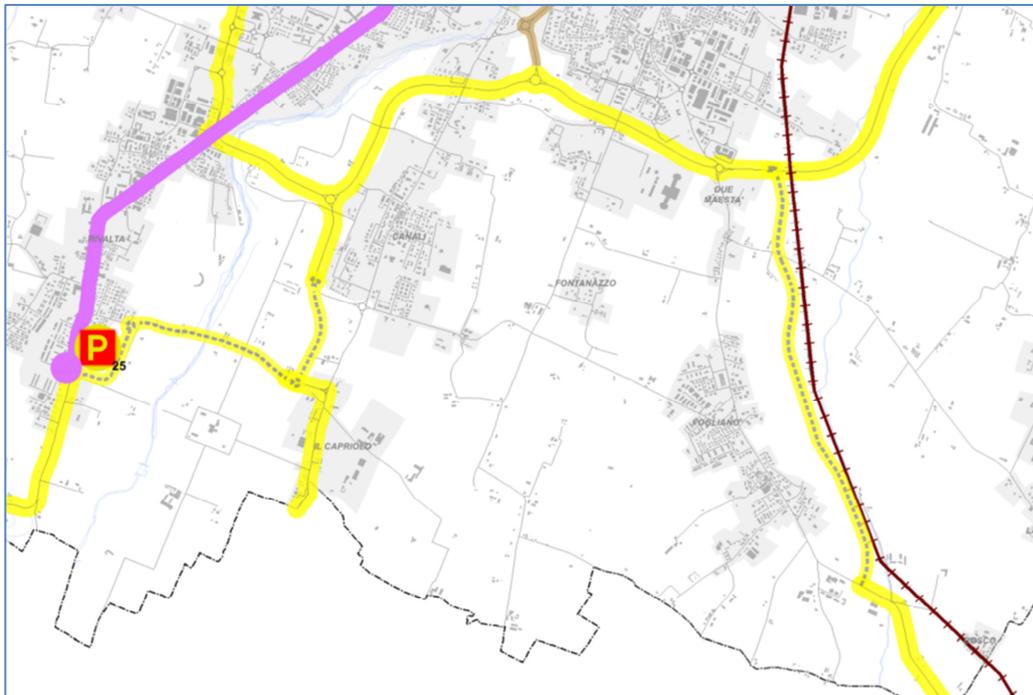
- Tabella degli indicatori di sintesi (veicoli*km, veicoli*ora e velocità media) stratificati per asse stradale

Stato di fatto	Veicoli in ora di punta del mattino				Totale
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	
veic*km	4'870	-	7'543	4'765	17'178
veic*ora	154.4	-	197.6	172.2	524.2
vel.media	31.5	-	38.2	27.7	32.8

4 Scenari di progetto

Lo scenario di progetto prevede la realizzazione della variante di Fogliano, il cui obiettivo è quello di ridurre il traffico in transito all'interno degli abitati di Due Maestà e Fogliano lungo la SP467.

La variante di Fogliano è fra le opere previste dal PUMS di Reggio Emilia in iter di approvazione.



Variante di Fogliano alla SP467, così come è stata schematizzata nelle tavole del PUMS di Reggio Emilia

Fra le opere stradali previste dal PUMS nel quadrante sud della città, si vede in figura anche la variante di Rivalta alla SS63 e il completamento di un itinerario stradale che collega Rivalta sud e la variante di Canali alla SP25.

4.1 Alternative di tracciato

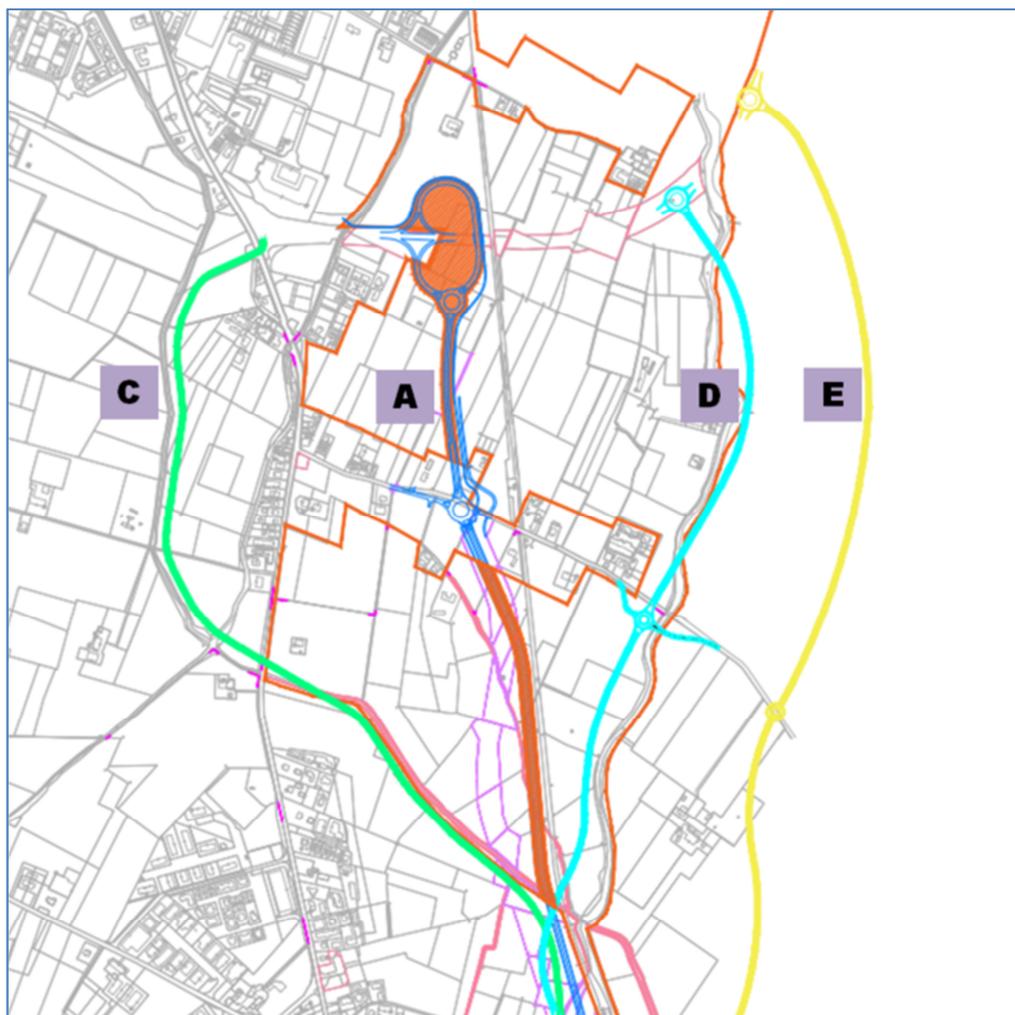
La variante può essere suddivisa in due tratte ciascuna estesa circa 1,5 km :

- La tratta sud che si dirama dalla SP467 a sud di Fogliano (in prossimità del torrente Lodola) per svilupparsi verso nord in aderenza alla linea ferroviaria;
- La tratta nord, che completa il tracciato della variante, fino a raggiungere la tangenziale sud/est di Reggio.

Le alternative di percorso riguardano soprattutto la tratta nord e il posizionamento del nodo di connessione con la Tangenziale; le alternative sono le seguenti :

- Alternativa A (o soluzione di riferimento del progetto) il tracciato si sviluppa in prossimità della linea ferroviaria (lato ovest), presenta una rotatoria con via A. Frank, per proseguire fino a connettersi con la Tangenziale;
- Alternativa C il tracciato piega verso nord/ovest fino a sovra/sottopassare l'attuale tracciato della SP467 a sud di Due Maestà, per poi circuitare ad ovest la frazione e connettersi con la tangenziale nell'attuale rotatoria Tangenziale/Martiri di Cervarolo;
- Alternativa D il tracciato piega verso nord/est, sovra/sottopassando la linea ferroviaria, per poi proseguire verso nord in prossimità del torrente Rodano, con una rotatoria prima con via A. Frank e poi con la tangenziale;

Alternativa E il tracciato -simile a quello dell'alternativa D- si sviluppa ancora più ad est, in modo da essere tutto esterno al limite orientale del SIC del Rio Rodano presente nell'area in esame.



Schema dei diversi tracciati della tratta nord della Variante di Fogliano

Il nodo di connessione fra variante in esame e tangenziale sud/est è configurato :

- a due livelli nella soluzione A, data la vicinanza del nodo alla rotatoria esistente e al sottopasso alla ferrovia, con corsie di ingresso/uscita per ciascuna semicarreggiata della tangenziale;
- a rotatoria nella soluzione C, con previsto riassetto della rotatoria esistente;
- a rotatoria nelle soluzioni D e E.

Mentre per la tratta sud esiste una possibile sottoposizione :

- La realizzazione di una connessione intermedia fra la SP467 e la variante, che si colloca circa 350 m a sud dell'intersezione SP467/Veneri.

Si tratta di un intervento che può essere realizzato anche in una seconda fase, dopo la messa in funzione del tracciato della Variante; questa sottoposizione viene testata sull'Alternativa A.

La seguente tabella riporta la sintesi della configurazione delle alternative in esame.

Nodo/asse della Variante	Caratteristica	Alternativa A	Alternativa A'	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E
Connessione con la Tangenziale sud /est	Posizione	Ad ovest del sottopasso alla ferrovia	Ad ovest del sottopasso alla ferrovia	Attuale nodo Tangenziale/SP467	Ad nord/est del sottopasso alla ferrovia, in prossimità del torrente Rodano	Ad nord/est del sottopasso alla ferrovia, oltre il torrente Rodano.
	Tipologia	Svincolo a due livelli	Svincolo a due livelli	Rotatoria (adeguamento di quella esistente)	Rotatoria	Rotatoria
Connessione con via A.Frank	Posizione	Ad ovest del p.l.	Ad ovest del p.l.	---	Ad est del p.l.	Ad est del p.l.
	Tipologia	Rotatoria	Rotatoria	---	Rotatoria	Rotatoria
Interferenza con la linea ferroviaria		---	---	---	Sovra/sottopasso	Sovra/sottopasso
Collegamento intermedio con SP467		---	Si	---	---	---
Connessione sud con SP467	Posizione	In prossimità del torrente Lodola	In prossimità del torrente Lodola	In prossimità del torrente Lodola	In prossimità del torrente Lodola	In prossimità del torrente Lodola
	Tipologia	Rotatoria	Rotatoria	Rotatoria	Rotatoria	Rotatoria

In tutte le alternative si prevedono inoltre altri due interventi :

- la realizzazione nella rotatoria SP467/Tangenziale di una corsia di svolta a destra continua dal ramo est a quello nord (centro città), analoga a quella attualmente presente da sud a est, al fine di ridurre i livelli di congestione esistenti in questo nodo:
- l'introduzione di una Zona30 nella tratta della SP467 di attraversamento di Fogliano e precisamente dall'incrocio fra la provinciale e la via Veneri e il capolinea dei bus della linea 9.



Previsione di Zona30 sulla SP467 (e sue traverse) in attraversamento di Fogliano

4.2 Scenario di domanda

Per quanto riguarda la stima dell'andamento futuro della domanda ci si basa su due fattori :

- Le stime di traffico previste dal PUMS di Reggio Emilia, riprese a loro volta dalle stime del PRIT, che prevedono nei prossimi 10 anni i seguenti tassi di crescita :

	incremento 2018 => 2028
spostamenti interni a Reggio	2,9%
spostamenti in uscita da Reggio	2,8%
spostamenti in ingresso a Reggio	3,2%
spostamenti di attraversamento	3,1%
spostamenti mezzi commerciali	4,5%

Stime sulla crescita del traffico del PUMS (derivate dal PRIT)

- Il rinforzo del "corridoio" stradale costituito dalla SP467 e dalla prevista variante, che comporterà una crescita del traffico sopra media su questi itinerari; infatti la riduzione degli attuali vincoli di deflusso lungo il corridoio e la conseguente maggiore attrattività di questo rispetto agli altri collegamenti fra la Pedemontana e la Tangenziale sud/est porterà ad una crescita specifica dei flussi transitanti nel "corridoio".

La simulazione delle alternative è stata quindi effettuata con i seguenti tassi di crescita :

Relazioni o/d	Traffico mezzi leggeri	Traffico mezzi pesanti
Fra Pedemontana (zone 9, 11 e 11) e Tangenziale (1, 2 e 14)	+5,0%	+5,0%
Fra Tangenziale (1, 2 e 14) e Pedemontana (9, 11 e 11) e	+3,5%	+5,0%
Altre reazioni o/d	+3,0%	+4,5%

La seguente tabella riporta i totali delle matrici o/d, distintamente per lo stato attuale e lo scenario di progetto; l'incremento medio del traffico interessante l'area in esame è stata stimata al 3,3%.

	Leggeri	Pesanti	Totale
stato di fatto	4'345	228	4'573
scenario	4'487	239	4'726
diff %	3.3%	4.6%	3.3%

Inoltre nel modello è inserita una elasticità nella scelta degli automobilisti fra i percorsi tra la Pedemontana e la Tangenziale sud/est (cfr par. 2.4), ed in particolare le seguente :

- Scelta fra i percorsi da Albinea, valutando in alternativa il tragitto per Canali (A1) o per la SP87 (A2);
- Scelta fra i percorsi da Scandiano, valutando in alternativa il tragitto per la SP467 (C1) o per via A. Frank (C2).

Ciò permette di valutare quale alternativa di percorso della Variante in esame comporta maggiore carico o scarico della SP87 e della via A. Frank; la stima è quindi valida in termini di confronto fra alternative, mentre risulta statisticamente più debole in termini di valore assoluto di questi differenziali di flusso.

5 Valutazione delle alternative con il modello di simulazione

La valutazione comparativa fra le diverse alternative e fra queste e lo stato di fatto viene sviluppato a due livelli :

- Analisi di primo livello a confrontare i seguenti assetti .
 - Stato di fatto
 - Alternativa A
 - Alternativa C
 - Alternativa D
 - Alternativa E
- Analisi di secondo livello a confrontare i seguenti assetti .
 - Stato di fatto
 - Alternativa A
 - Alternativa A'

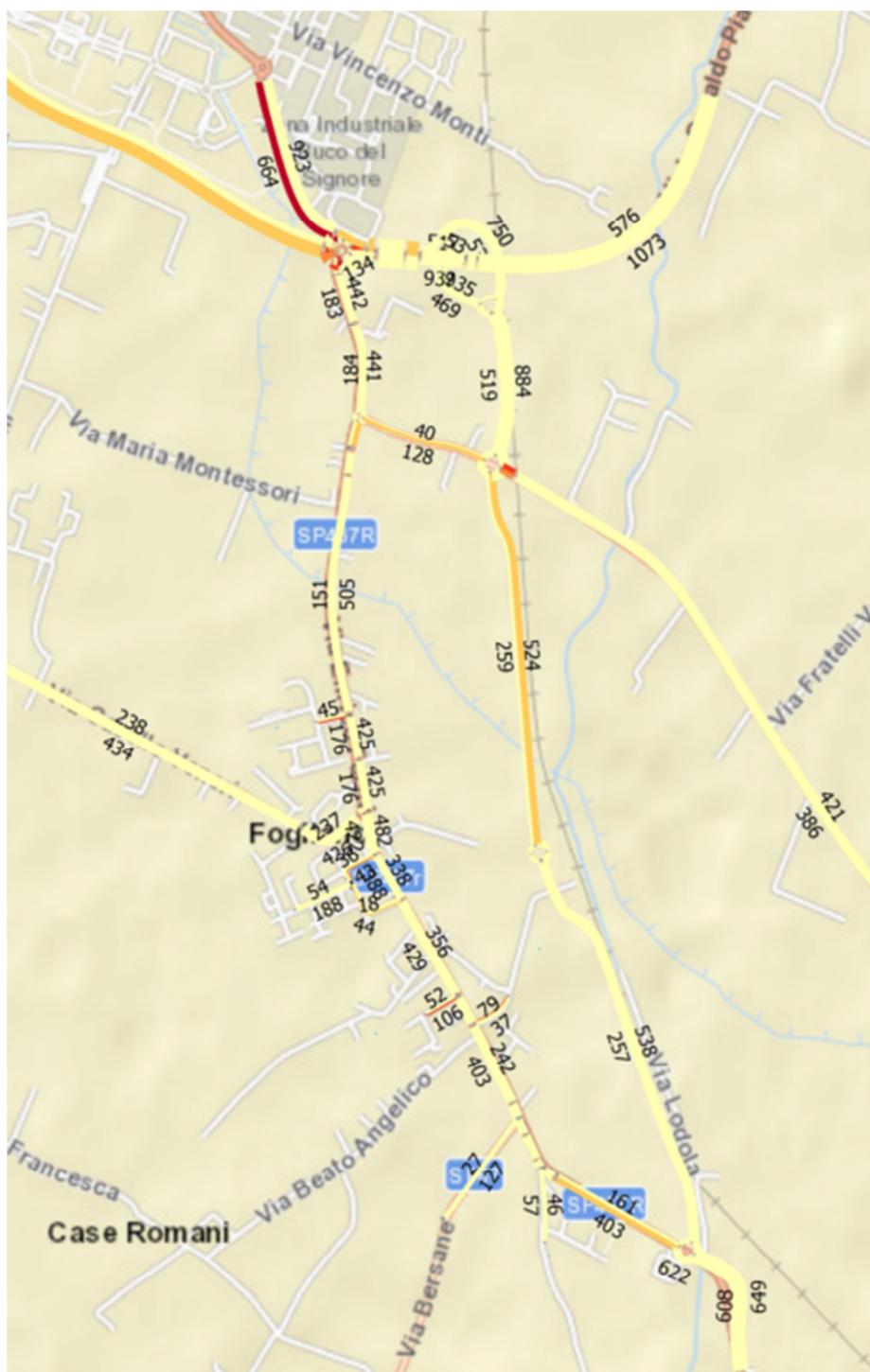
Per le alternative (o SDP - Stato di Progetto) sono stati stimati gli stessi indicatori dello stato di fatto, in modo tale che fosse possibile effettuare un confronto omogeneo tra i risultati.

I risultati del modello applicato allo stato di fatto sono riportati nel par. 3.4 .

Tutte le alternative di progetto sono simulate utilizzando lo scenario di domanda descritto al par. 4.2 .

5.1 Analisi di primo livello

5.1.1 Alternativa A



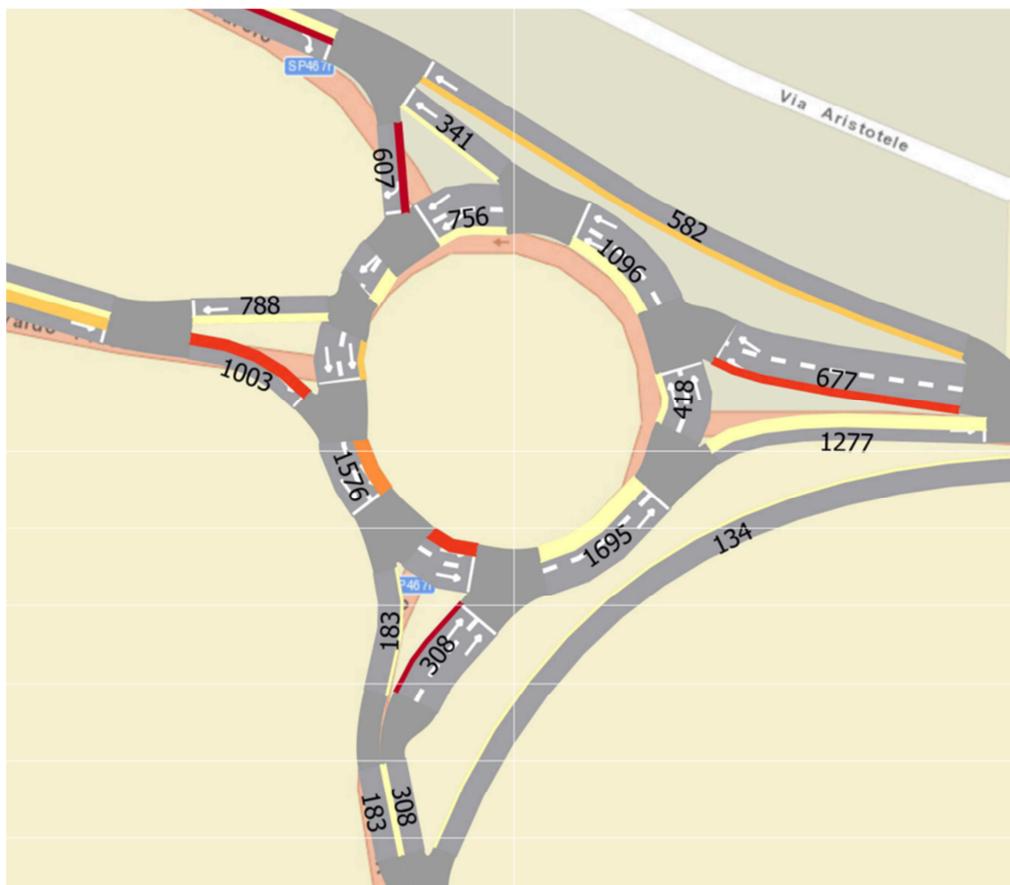
Alternativa A – Flussogramma dell’ora di punta del mattino riportante i flussi veicolari (etichette) e il grado di congestione (colore)

L’inserimento della Variante alla SP467 secondo la soluzione A porta ad una distribuzione ben “equilibrata” fra flussi che utilizzano il tracciato esistente della provinciale e quelli che utilizzano la nuova Variante.

Questo porta vantaggi ai flussi dal Pedemonte verso la Tangenziale, che possono distribuirsi fra i due itinerari; e porta vantaggio anche ai veicoli provenienti da ovest lungo la Tangenziale, che usufruiscono di un diverso e

meglio equilibrato assetto dei flussi alla rotonda critica con la SP467.

L'aumento dei flussi in arrivo da est verso la rotonda non comporta un incremento della congestione su questo ramo, data che i flussi si distribuiscono fra ingresso diretto in rotonda e la prevista corsia di svolta a destra continua.



Alternativa A – Flussogramma di dettaglio della rotonda SP467/tangenziale

SDP A		Veicoli in ora di punta del mattino										
Tratta	km	SP467			Variante			Traverse (A. Frank, Veneri, SP87)			totale	
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna		dir. SP467
A	0.46	184	441	625	1.15	325	666	991				
B	1.20	158	486	644	1.14	259	524	783	3.32	354	374	728
C	1.05	413	329	742	1.27	257	538	795	1.43	238	433	671
D	0.65	406	160	567					0.38	27	127	154
veic*km		972	1'235	2'207		994	2'043	3'037		1'527	1'911	3'438
veic*ora		28.1	31.7	59.8		16.7	36.9	53.6		34.8	43.9	78.7
vel.media		34.6	38.9	36.9		59.4	55.3	56.6		43.9	43.5	43.7

SDP A		Differenza % su SDF										
Tratta	km	SP467			Variante			Traverse (A. Frank, Veneri, SP87)			totale	
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna		dir. SP467
A	0.0%	-282.7%	-190.8%	-217.8%								
B	0.0%	-165.7%	-104.3%	-119.4%					-1.5%	-11.0%	-14.5%	-12.8%
C	5.1%	-59.3%	-162.1%	-104.9%					0.0%	2.4%	4.7%	3.9%
D	6.8%	-52.4%	-282.0%	-117.3%					0.0%	-14.8%	-49.6%	-43.5%
veic*km		-91.2%	-143.8%	-120.6%						-9.3%	-10.3%	-9.9%
veic*ora		-59.5%	-245.5%	-158.1%						-6.7%	-35.7%	-22.9%
vel.media		-19.9%	29.4%	14.5%						-2.5%	18.7%	10.6%

Come si legge dalle tabelle circa il 58% del traffico sul corridoio formato da SP467 e Variante va ad utilizzare la Variante; la scelta degli automobilisti è determinata dal differenziale di velocità (circa 56 km/h sulla Variante a fronte dei 37 sul tracciato esistente).

Il tracciato esistente è ovviamente utilizzato dai flussi specifici (generati e/o attratti dalle zone di Fogliano e Due

Maestà) e dai flussi da/per via Veneri.

SDP A		Veicoli in ora di punta del mattino			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	2'207	3'037	8'385	4'464	18'093
veic*ora	59.8	53.6	156.8	157.6	427.9
vel.media	36.9	56.6	53.5	28.3	42.3

SDP A		Differenza % su SDF			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	-54.7%	-	11.2%	-6.3%	5.3%
veic*ora	-61.3%	-	-20.6%	-8.5%	-18.4%
vel.media	17.0%	-	40.1%	2.4%	29.0%

Il nuovo assetto comporta una crescita del 5,3% delle percorrenze (rispetto allo SDF), dovuto in parte all'incremento di domanda previsto (cfr par. 4.2) e in parte all'aumento delle percorrenze medie, data la convenienza di utilizzare percorsi più scorrevoli anche se leggermente più lunghi.

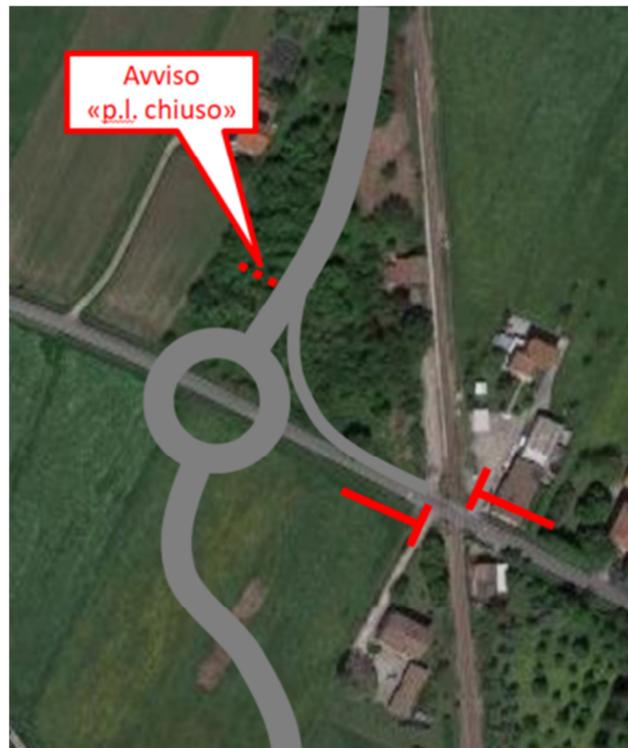
In termini di tempi di viaggio vi è un beneficio molto consistente, con una riduzione del 18% dei tempi complessivi di percorrenza; questo beneficio è determinato in buona parte dalla fluidificazione della Tangenziale (effetto indiretto dell'inserimento della Variante) e dal decongestionamento della rotatoria Tangenziale/SP467.

Per quanto riguarda la criticità potenziale determinata dalla prossimità del p.l. di via A. Frank con la nuova rotatoria di connessione con la Variante, i possibili effetti negativi sono due :

- I flussi che, provenendo da Scandiano per via A. Frank, si accodano in accesso alla rotatoria e formano una coda che risale fino ad occupare la sede ferroviaria; un caso del genere provocherebbe una situazione di pericolo al concomitante approssimarsi del treno;
- I flussi che, uscendo dalla rotatoria verso Scandiano, si fermano per la chiusura del p.l. e formano una coda che risale fino a bloccare la rotatoria con la Variante.

Per risolvere o mitigare questo problemi pare opportuno :

- mantenere una distanza di almeno 60 m. fra il p.l. e il margine della nuova rotatoria, per disporre di un discreto "polmone" di accumulo di veicoli fra il p.l. e la nuova rotatoria;
- inserire una corsia di svolta a destra continua da est (via A. Frank) a nord (Variante) in modo da ampliare il "polmone" verso la Variante e facilitare lo smaltimento della coda;
- prevedere un segnale a messaggio variabile, coordinato con quello che regola il transito al p.l., che preavvisi i veicoli in accesso alla rotatoria dal ramo nord dello stato di chiusura del p.l., favorendo implicitamente la prosecuzione verso Scandiano lungo la Variante.

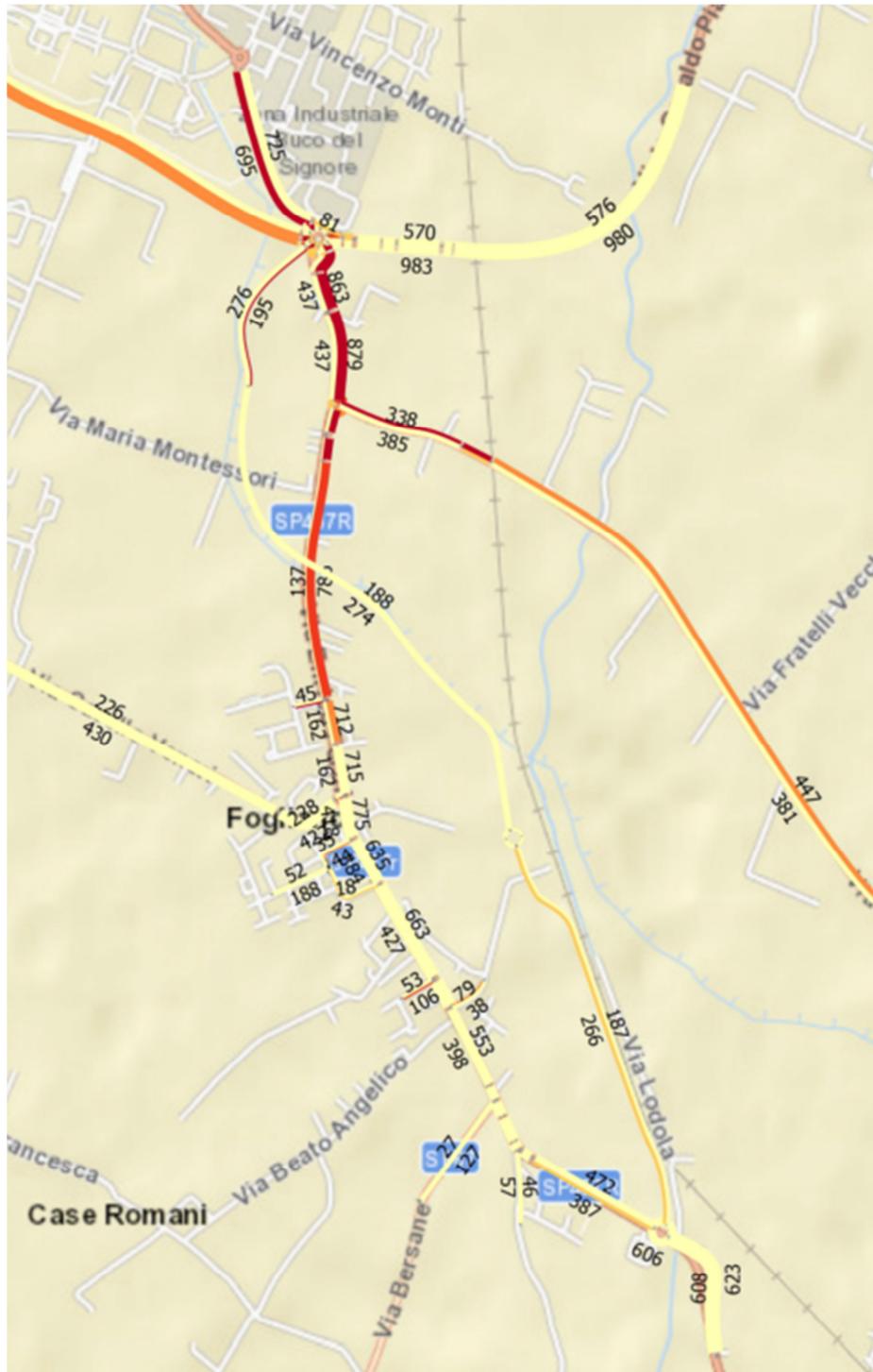


Schema di possibile assetto della nuova rotatoria in prossimità del p.l. di via A. Frank (fase di chiusura del p.l.)

Risoluzione completa e definitiva a questo problema può derivare dalla realizzazione di un sottopasso alla ferrovia lungo via A. Frank; in questo caso sarà necessario prevedere una distanza di almeno 100 m. fra la sede ferroviaria e il margine della nuova rotatoria, per inserire la rampa di risalita del sottopasso.

Naturalmente la realizzazione di un sottopasso e l'eliminazione del p.l. porta, oltre ad un beneficio in termini di fluidificazione del traffico sull'asse di via A. Frank, anche un beneficio in termini di azzeramento dei rischi di incidente che ogni p.l. comporta.

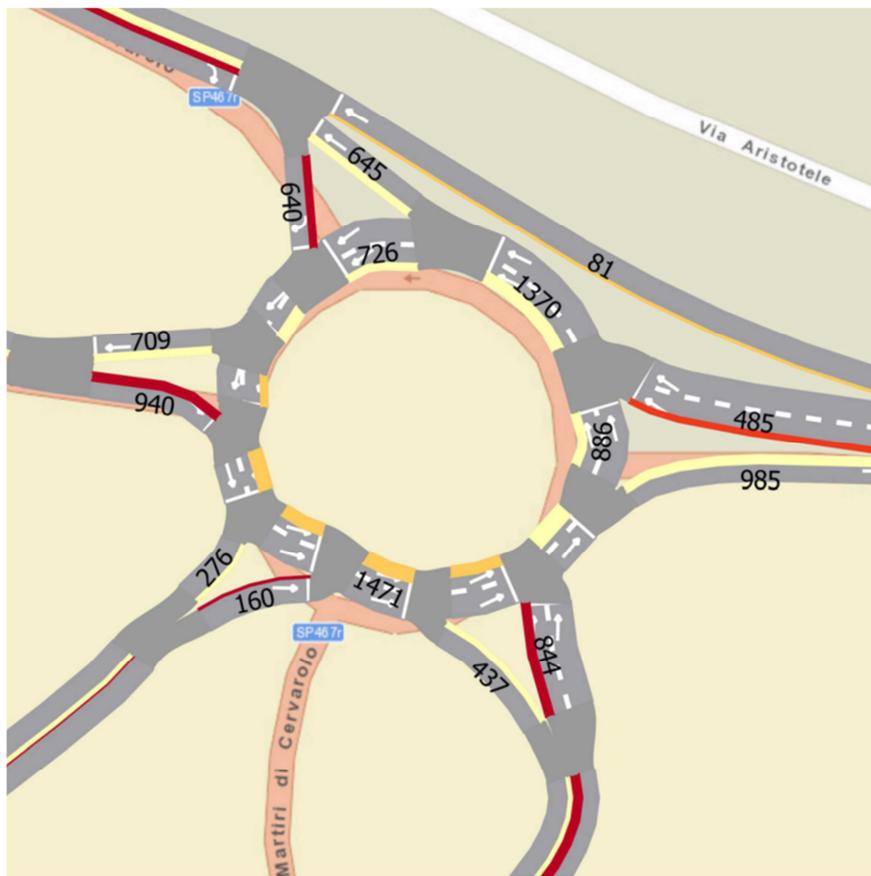
5.1.2 Alternativa C



Alternativa C – Flussogramma dell'ora di punta del mattino riportante i flussi veicolari (etichette) e il grado di congestione (colore)

La soluzione C ha –rispetto allo SDF- un esito trasportistico decisamente negativo, per varie ragioni :

- La distribuzione dei flussi fra SP467 e Variante rimane squilibrata a favore del tracciato esistente;
- I rallentamenti sulla SP467 da Fogliano e sulla via A. Frank si ripresentano come nello stato di fatto;
- Il riassetto della rotonda Tangenziale/SP467, che diventa a cinque braccia, non produce effetti significativi di fluidificazione, se non una leggera fluidità dei flussi provenienti da ovest.



Alternativa C – Flussogramma di dettaglio della rotonda SP467/tangenziale

SDP C		Veicoli in ora di punta del mattino										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	0.50	437	869	1306	0.50	276	195	471				
B	1.20	144	756	900	1.69	274	188	462	3.37	382	431	812
C	1.05	409	634	1044	1.27	266	187	453	1.43	226	429	655
D	0.65	392	471	863					0.38	27	127	154
veic*km		1'075	2'313	3'388		941	654	1'595		1'620	2'115	3'736
veic*ora		30.4	155.5	185.9		15.3	29.4	44.8		36.6	129.3	165.9
vel.media		35.4	14.9	18.2		61.4	22.2	35.6		44.3	16.4	22.5

SDP C		Differenza % su SDF										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	7.8%	-60.7%	-47.7%	-52.0%								
B	0.0%	-192.4%	-31.3%	-57.0%					0.0%	-3.1%	0.6%	-1.1%
C	5.1%	-60.7%	-36.0%	-45.7%					0.0%	-2.6%	3.8%	1.6%
D	6.8%	-57.9%	-29.9%	-42.7%					0.0%	-14.8%	-49.6%	-43.5%
veic*km		-72.8%	-30.2%	-43.7%						-3.0%	0.4%	-1.1%
veic*ora		-47.5%	29.5%	16.9%						-1.5%	53.9%	41.7%
vel.media		-17.2%	-84.7%	-73.0%						-1.5%	-116.3%	-73.4%

Come si legge dalle tabelle circa il 68% del traffico sul corridoio formato da SP467 e Variante continua ad utilizzare il tracciato esistente; la Variante risulta penalizzata da vari fattori :

- la lunghezza del suo itinerario rispetto a quello più lineare della SP467;
- i rallentamenti sulla Variante in accesso alla rotonda con la Tangenziale;
- il mancato apporto dei flussi provenienti da via A. Frank.

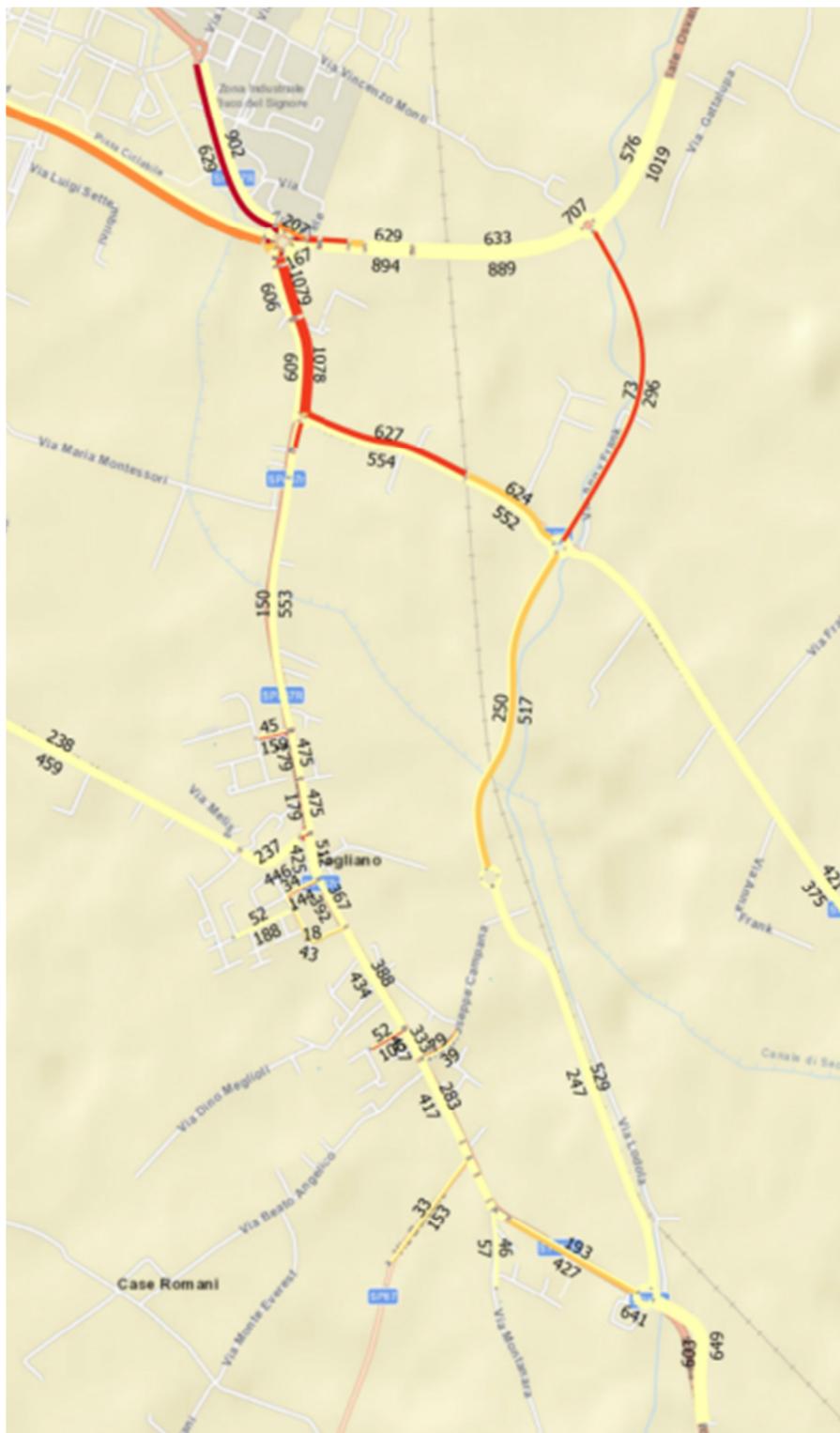
SDP C		Veicoli in ora di punta del mattino			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	3'388	1'595	7'858	4'671	17'512
veic*ora	185.9	44.8	181.4	232.5	644.6
vel.media	18.2	35.6	43.3	20.1	27.2

SDP C		Differenza % su SDF			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	-30.4%	-	4.2%	-2.0%	1.9%
veic*ora	20.4%	-	-8.2%	35.0%	23.0%
vel.media	-42.2%	-	13.5%	-27.4%	-17.1%

Il nuovo assetto comporta una crescita del 1,9% delle percorrenze (rispetto allo SDF), tutto dovuto all'incremento di domanda previsto (cfr par. 4.2).

In termini di tempi di viaggio non si riscontra in questa soluzione alcun beneficio.

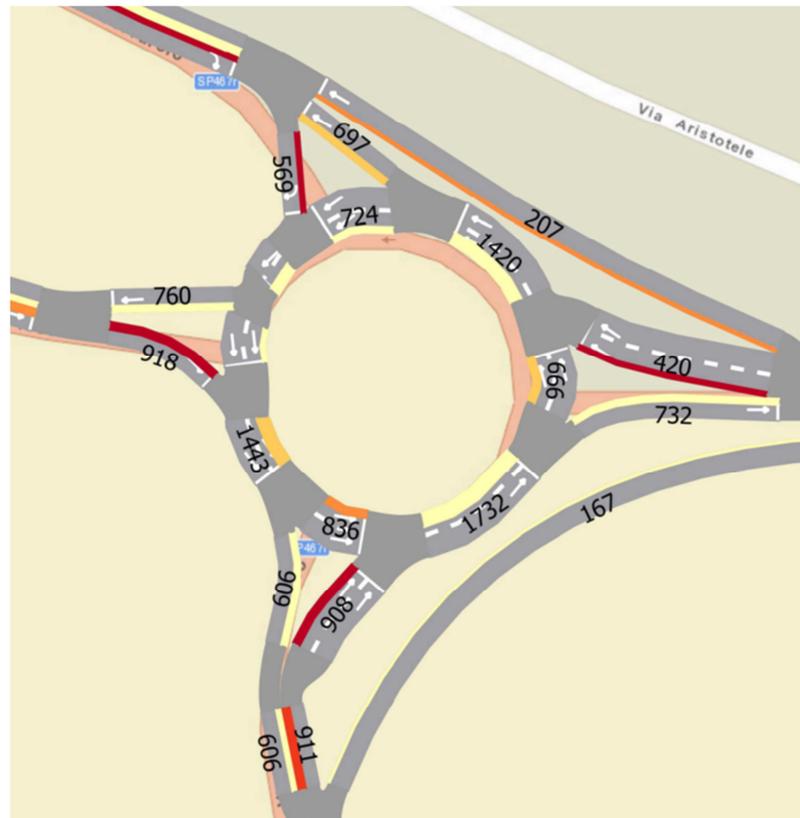
5.1.3 Alternativa D



Alternativa D – Flussogramma dell’ora di punta del mattino riportante i flussi veicolari (etichette) e il grado di congestione (colore)

L’inserimento della Variante alla SP467 secondo la soluzione D porta ad una distribuzione quasi “equilibrata” fra flussi che utilizzano il tracciato esistente della provinciale (58% del totale nel corridoio) e quelli che utilizzano la nuova Variante (42%).

Questo porta parziali vantaggi ai flussi dal Pedemonte verso la Tangenziale, che possono distribuirsi fra i due itinerari.



Alternativa D – Flussogramma di dettaglio della rotatoria SP467/tangenziale

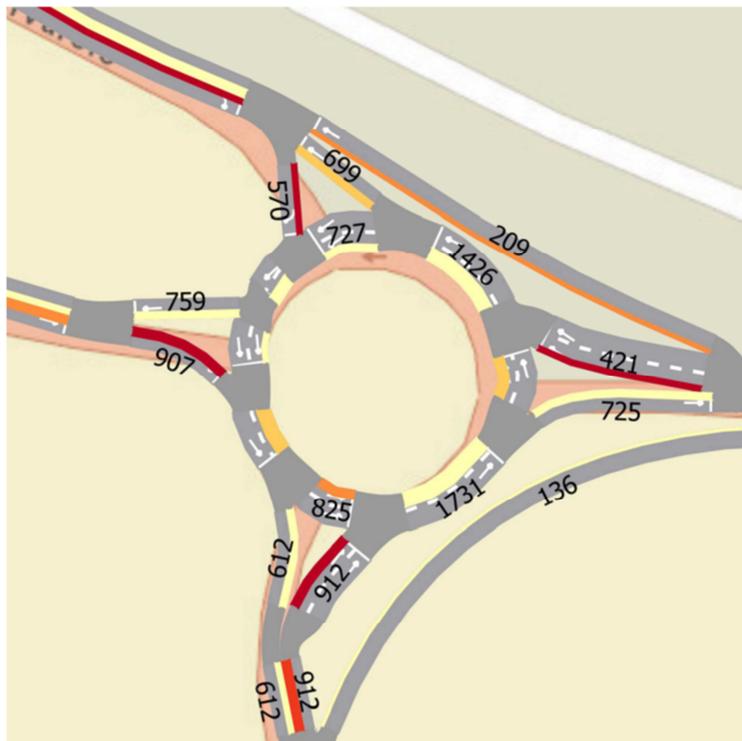
SDP D		Veicoli in ora di punta del mattino										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	0.49	608	1059	1666	0.97	73	296	369				
B	1.20	158	534	692	0.96	250	517	767	3.35	420	472	892
C	1.05	420	364	784	1.27	247	529	776	1.43	238	457	695
D	0.65	434	196	630					0.38	33	153	186
veic*km		1'211	1'666	2'877		626	1'459	2'085		1'758	2'294	4'052
veic*ora		33.5	70.2	103.7		10.0	33.7	43.7		39.5	60.6	100.1
vel.media		36.1	23.7	27.7		62.4	43.3	47.7		44.5	37.9	40.5

SDP D		Differenza % su SDF										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	5.8%	-15.6%	-21.2%	-19.2%								
B	0.0%	-166.0%	-86.0%	-104.3%					-0.7%	6.3%	9.3%	7.9%
C	5.1%	-56.4%	-137.3%	-93.9%					0.0%	2.4%	9.7%	7.2%
D	6.8%	-42.6%	-211.8%	-95.3%					0.0%	6.1%	-24.2%	-18.8%
veic*km		-53.5%	-80.7%	-69.3%						5.0%	8.2%	6.8%
veic*ora		-33.9%	-56.1%	-48.9%						5.9%	1.7%	3.3%
vel.media		-14.7%	-15.8%	-13.7%						-0.9%	6.6%	3.6%

SDP D		Veicoli in ora di punta del mattino			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	2'877	2'085	7'848	5'047	17'857
veic*ora	103.7	43.7	184.9	182.0	514.3
vel.media	27.7	47.7	42.4	27.7	34.7

SDP D		Differenza % su SDF			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	-40.9%	-	4.1%	5.9%	4.0%
veic*ora	-32.9%	-	-6.4%	5.6%	-1.9%
vel.media	-12.0%	-	11.2%	0.3%	6.0%

L'esito complessivo di questa soluzione è però un beneficio in termini di riduzione dei tempi di percorrenza contenuto nel 1,9%.



Alternativa E – Flussogramma di dettaglio della rotonda SP467/tangenziale

Gli indicatori sono allineati con quelli dell'alternativa D, con –rispetto alla D- una leggera velocizzazione della Variante (data l'assenza della rotonda intermedia in prossimità della fermata ferroviaria di Fogliano) e un leggero peggioramento sia dei veicoli*km che dei veicoli*ora.

SDP E	Veicoli in ora di punta del mattino											
	SP467				Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
Tratta	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	0.49	612	1031	1643	1.43	76	346	422				
B	1.20	157	495	652	1.19	257	571	828	3.33	440	495	934
C	1.05	419	332	751	0.77	255	579	834	1.43	238	444	682
D	0.65	457	175	632					0.38	40	173	213
veic*km		1'225	1'559	2'784		610	1'619	2'229		1'821	2'349	4'170
veic*ora		33.9	65.7	99.6		9.7	34.9	44.7		41.1	58.5	99.6
vel.media		36.2	23.7	28.0		62.7	46.3	49.9		44.3	40.1	41.9

SDP E	Differenza % su SDF											
	SP467				Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
Tratta	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	5.8%	-14.7%	-24.5%	-20.8%								
B	0.0%	-168.0%	-100.4%	-116.7%					-1.2%	10.6%	13.4%	12.1%
C	5.1%	-56.9%	-160.1%	-102.5%					0.0%	2.4%	7.0%	5.4%
D	6.8%	-35.5%	-249.7%	-94.8%					0.0%	22.5%	-9.8%	-3.8%
veic*km		-51.7%	-93.1%	-74.9%						8.3%	10.3%	9.4%
veic*ora		-32.4%	-66.7%	-55.1%						9.6%	-1.8%	2.9%
vel.media		-14.6%	-15.8%	-12.8%						-1.4%	11.9%	6.7%

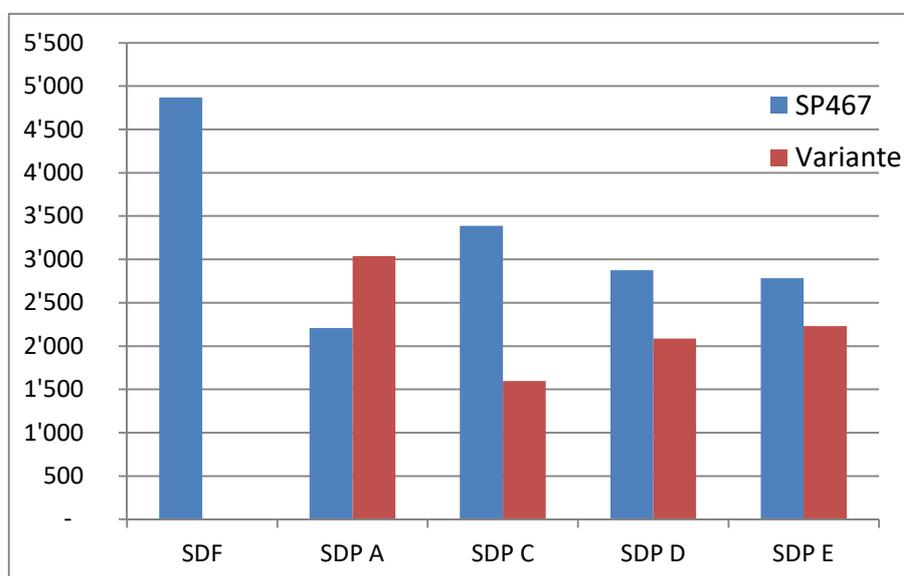
SDP E		Veicoli in ora di punta del mattino			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	2'784	2'229	7'781	5'168	17'962
veic*ora	99.6	44.7	188.7	180.3	513.3
vel.media	28.0	49.9	41.2	28.7	35.0

SDP E		Differenza % su SDF			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	-42.8%	-	3.2%	8.4%	4.6%
veic*ora	-35.5%	-	-4.5%	4.7%	-2.1%
vel.media	-11.3%	-	8.0%	3.6%	6.8%

5.1.5 Riepilogo della valutazione comparata di primo livello

Valutando comparativamente i diversi indicatori stimati dal modello di simulazione, si po' innanzitutto dedurre che la soluzione C è decisamente meno efficace rispetto alle altre soluzioni, e finanche peggiorativa rispetto allo stato di fatto.

Confrontando le altre alternative (A, D ed E) in termini di reindirizzamento del traffico dal tracciato esistente della SP467 alla nuova Variante, la soluzione A risulta preferibile rispetto alla soluzione D; la quota di traffico sul nuovo tracciato –rispetto al totale dei flussi sul corridoio- è pari al 58% nella soluzione A, a fronte del 42% e 44% rispettivamente nella soluzione D e E.



*Distribuzione veicoli*km fra itinerario esistente della SP467 e nuova Variante*

Quindi più consistente è nella soluzione A la riduzione dei flussi di attraversamento dei nuclei di Fogliano e Due Maestà.

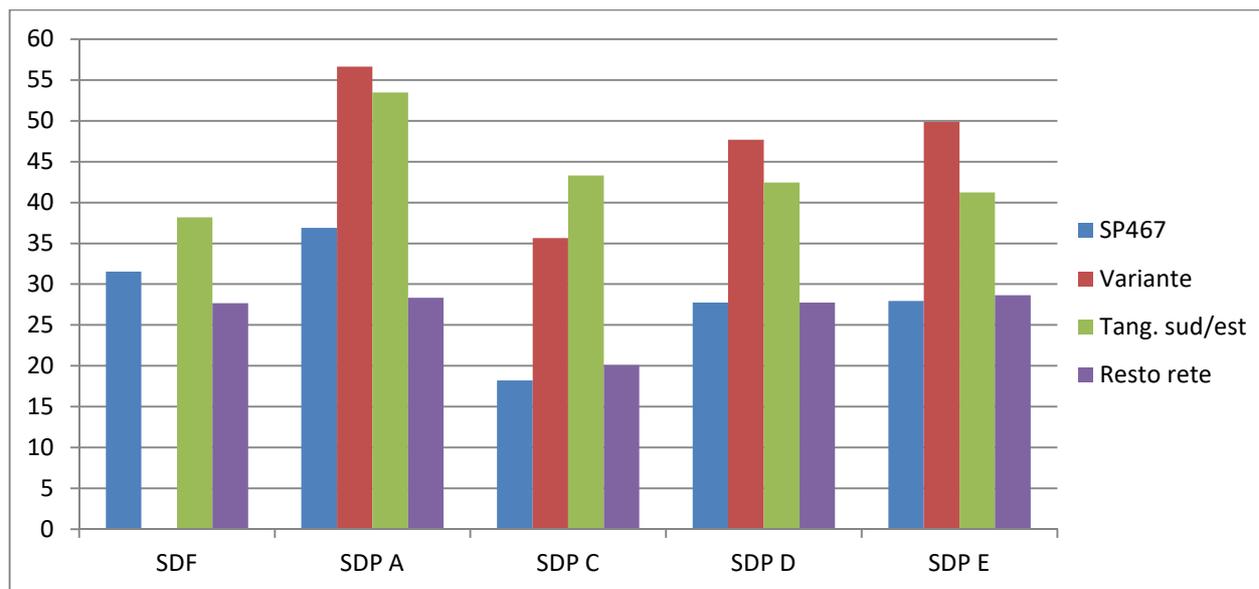
In maggior dettaglio si può leggere nella riduzione dei flussi in ora di punta nelle tratta della SP467 rispetto allo stato di fatto.

Veicoli in ora di punta del mattino sulla SP467					
Tratta	SDF	SDP A	SDP C	SDP D	SDP E
A	1'986	625	1'306	1'666	1'643
B	1'414	644	900	692	652
C	1'520	742	1'044	784	751
D	1'231	567	863	630	632
Media	1'493	657	994	846	818
Diff. % rispetto allo SDF					
Tratta	SDF	SDP A	SDP C	SDP D	SDP E
A		-68.5%	-34.2%	-16.1%	-17.2%
B		-54.4%	-36.3%	-51.1%	-53.9%
C		-51.2%	-31.4%	-48.4%	-50.6%
D		-54.0%	-29.9%	-48.8%	-48.7%
Media		-56.0%	-33.4%	-43.3%	-45.2%

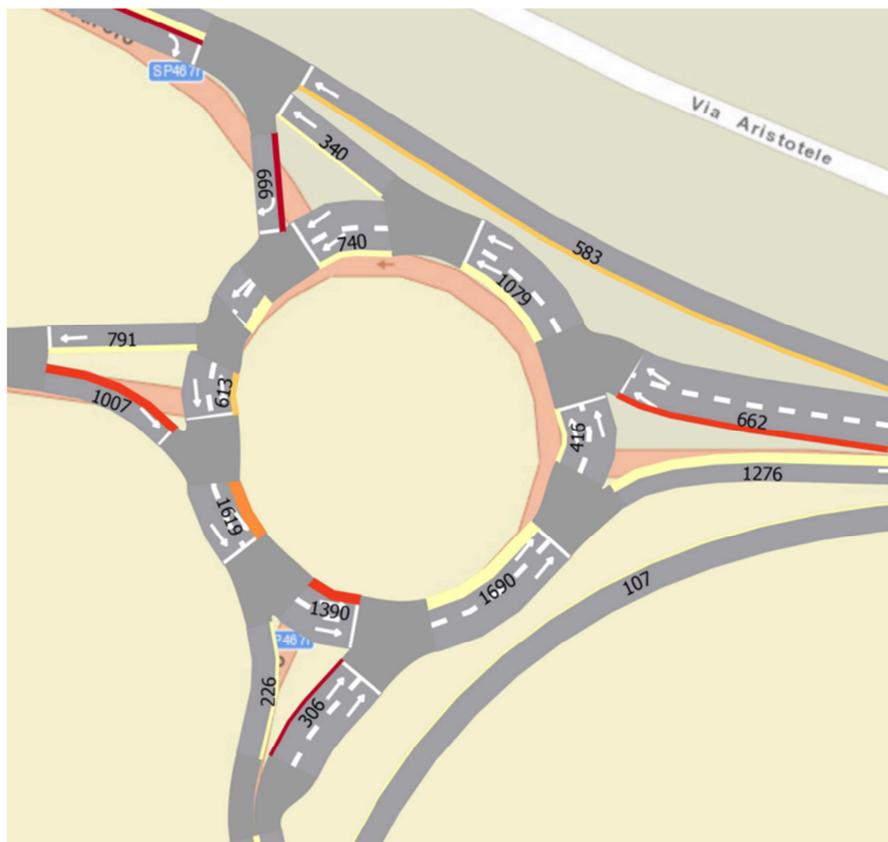
Come si nota la soluzione permetterà una riduzione dei flussi su tutte le tratte del tracciato storico che varia fra il 50% ed il 70%, mentre le soluzioni D e E comportano riduzioni più contenute e più disomogenee.

Un altro beneficio rilevante del progetto è quello della riduzione dei tempi complessivi di percorrenza; anche in questo caso la soluzione A (con una riduzione del 18,4% rispetto allo SDF) risulta decisamente preferibile rispetto alle soluzioni D e E (con riduzione rispettivamente del 1,9% e 2,1%).

Inoltre la velocizzazione del traffico nella soluzione A rispetto allo SDF si nota in tutti le componenti della rete; pari effetto di fluidificazione generale non si riscontra nelle soluzioni D e E.



Distribuzione delle velocità medie in ora di punta fra i diversi assi della rete



Alternativa A' – Flussogramma di dettaglio della rotonda SP467/tangenziale

SDP A'		Veicoli in ora di punta del mattino										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	0.46	227	414	640	1.15	323	681	1003				
B	1.20	149	438	587	1.14	293	568	861	3.32	368	374	742
C	1.02	183	242	425	1.27	585	642	1227	1.43	240	429	669
D	0.65	82	37	119					0.38	28	127	155
veic*km		523	987	1'511		1'447	2'243	3'690		1'577	1'905	3'482
veic*ora		14.0	25.0	39.0		24.2	40.2	64.4		35.7	43.5	79.2
vel.media		37.3	39.5	38.7		59.8	55.8	57.3		44.2	43.8	44.0

SDP A'		Differenza % su SDF										
Tratta	km	SP467			Variante				Traverse (A.Frank, Veneri, SP87)			
		dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. sud	dir. nord	totale	km	dir. Esterna	dir. SP467	totale
A	0.0%	-210.0%	-210.1%	-210.1%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%				
B	0.0%	-183.0%	-126.4%	-140.7%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	-1.5%	-6.8%	-14.5%	-10.7%
C	2.7%	-259.1%	-256.7%	-257.7%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	3.3%	3.8%	3.6%
D	6.8%	-658.6%	-1554.3%	-937.9%					0.0%	-10.7%	-49.6%	-42.6%
veic*km		-255.3%	-204.9%	-222.4%		100.0%	100.0%	100.0%		-5.9%	-10.6%	-8.5%
veic*ora		-219.8%	-338.6%	-295.9%		100.0%	100.0%	100.0%		-4.1%	-37.0%	-22.2%
vel.media		-11.1%	30.5%	18.6%		100.0%	100.0%	100.0%		-1.8%	19.3%	11.2%

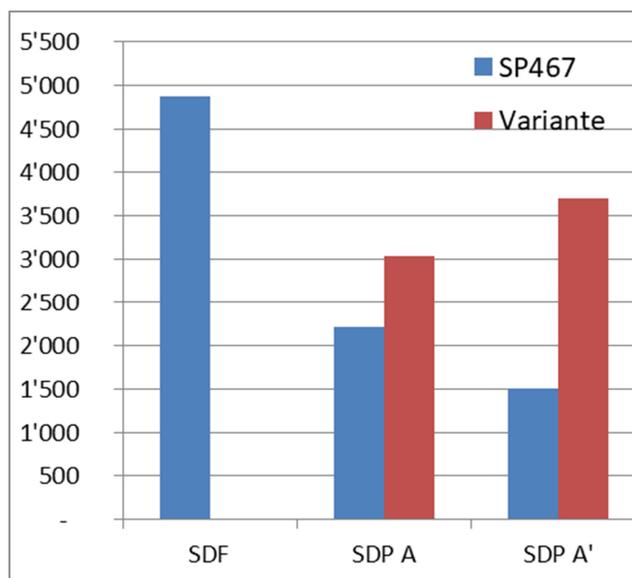
SDP A'		Veicoli in ora di punta del mattino			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	1'511	3'690	8'416	4'542	18'159
veic*ora	39.0	64.4	158.0	153.9	415.3
vel.media	38.7	57.3	53.3	29.5	43.7

SDP A'		Differenza % su SDF			
	SP467	Variante	Tang. sud/est	Resto rete	Totale
veic*km	-69.0%	-	11.6%	-4.7%	5.7%
veic*ora	-74.7%	-	-20.0%	-10.7%	-20.8%
vel.media	22.8%	-	39.6%	6.7%	33.5%

Rispetto all'alternativa A, questo assetto presenta un leggero incremento delle percorrenze e viceversa un leggero decremento dei tempi di percorrenza.

5.2.2 Riepilogo della valutazione comparata di secondo livello

Confrontando le alternative A e A' in termini di reindirizzamento del traffico dal tracciato esistente della SP467 alla nuova Variante, la soluzione A' risulta preferibile rispetto alla soluzione A; la quota di traffico sul nuovo tracciato –rispetto al totale dei flussi sul corridoio- è pari al 71% nella soluzione A', a fronte del 58% nella soluzione A.

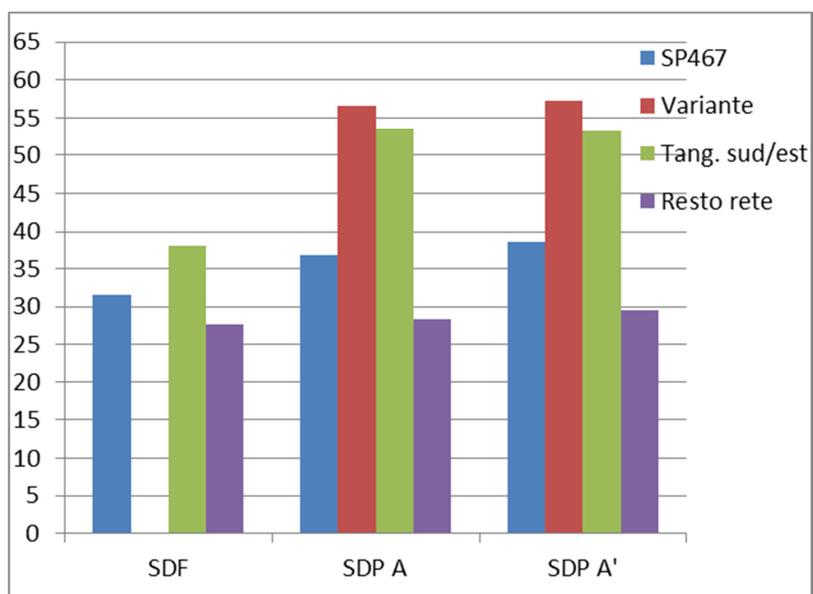


*Distribuzione veicoli*km fra itinerario esistente della SP467 e nuova Variante*

In particolare si nota una chiara differenza nelle tratte C e D (a sud) della SP467, dato che la nuova connessione combinata con la Variante va a formare una circonvallazione specifica di questa parte di Fogliano.

Veicoli in ora di punta del mattino sulla SP467			
Tratta	SDF	SDP A	SDP A'
A	1'986	625	640
B	1'414	644	587
C	1'520	742	425
D	1'231	567	119
Media	1'493	657	458
Diff. % rispetto allo SDF			
Tratta	SDF	SDP A	SDP C
A		-68.5%	-67.8%
B		-54.4%	-58.5%
C		-51.2%	-72.0%
D		-54.0%	-90.4%
Media		-56.0%	-69.3%

Le differenze sulla velocità di percorrenza fra le due Alternative in esame risultano invece abbastanza marginali.



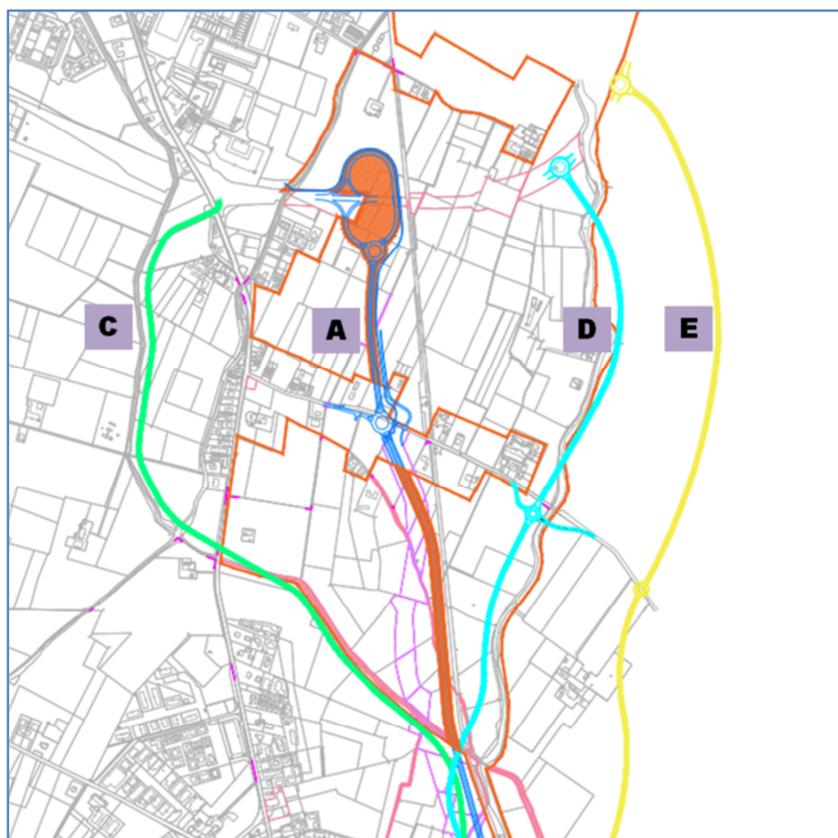
Distribuzione delle velocità medie in ora di punta fra i diversi assi della rete

6 Sintesi e conclusioni

Il presente studio ha riesaminato il possibile assetto della variante di Fogliano alla SP467, per valutarne :

- in generale l'efficienza in termini di decongestionamento della rete stradale nel quadrante a sud/est della città Reggio,
- in specifico l'efficacia nel ridurre i flussi veicolari che attualmente attraversano i nuclei di Fogliano e Due Maestà lungo la provinciale esistente.

L'analisi è stata sviluppata comparando diverse soluzioni di tracciato della Variante (Alternative A, C, D e E) e stimando i gradi di efficienza e di efficacia di ciascuna di queste rispetto agli obiettivi posti.



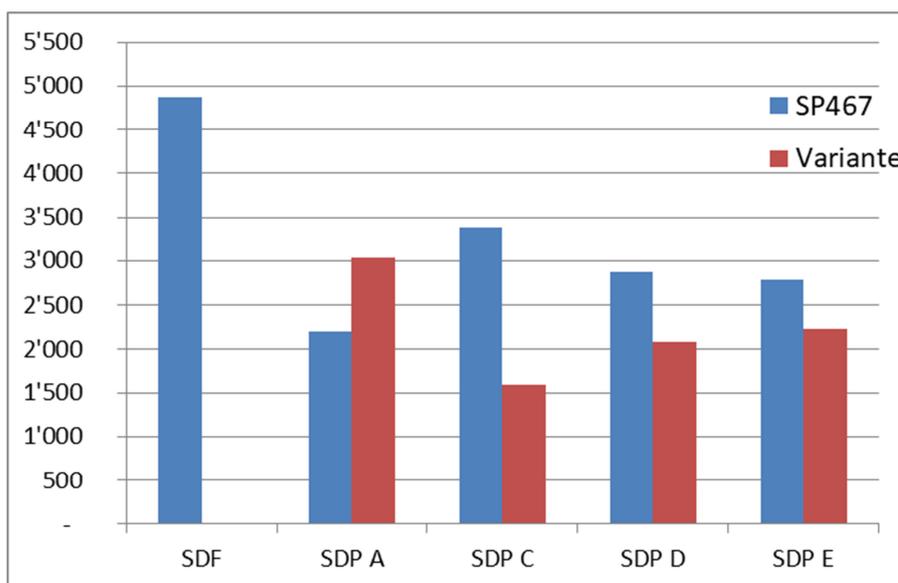
Schema dei diversi tracciati della tratta nord della Variante di Fogliano

La valutazione si è basata su :

- l'aggiornamento del quadro conoscitivo con nuovi conteggi di traffico ed il rilievo della quota attuale di traffico di attraversamento delle due frazioni di Fogliano e Due Maestà lungo la SP467;
- l'applicazione di un modello dinamico multiscala, basato sul software Dynameq, in grado di simulare sia le alternative di percorso che i fenomeni di congestionamento puntuale alle intersezioni.

Dall'analisi comparativa se ne è dedotto quanto segue :

- L'alternativa C risulta decisamente meno performante delle altre soluzioni, per due motivi :
 - La Variante non "raccolge" i flussi provenienti da via A. Frank, dato che manca il nodo di connessione con questa strada;
 - La rotatoria SP467/Tangenziale, già attualmente critica, diventa ancora più congestionata con l'aggiunta del quinto ramo relativo alla tratta terminale della nuova Variante;
- L'Alternativa A è quella che funziona decisamente meglio delle altre (D e E) in termini di riduzione dei flussi sul tracciato storico della SP467, che si riduce mediamente del 56%;



*Distribuzione veicoli*km fra itinerario esistente della SP467 e nuova Variante*

- In termini di indicatori complessivi l'Alternativa A è decisamente la migliore in termini di benefici di tempo (massima riduzione dei tempi di percorrenza); mentre in termini di percorrenze totali le alternative sono quasi allineate : l'Alternativa D (e quasi parimenti la E) è la migliore (con percorrenze comunque superiori a quelle dello stato di fatto, data la prevista crescita di domanda); nelle Alternative D e E l'itinerario della Variante funziona più come nuovo collegamento extraurbano fra la zona di Montanara/Bosco e la Tangenziale sud/est (verso la via Emilia), che non come alternativa al tracciato della SP467, che beneficia di una riduzione di traffico limitato al 40÷45%;
- In una seconda fase è poi pensabile di realizzare anche una connessione intermedia fra la Variante e la SP467 (secondo l'assetto previsto nell'Alternativa A') che completa la maglia stradale nel corridoio in esame e porta un ulteriore step di benefici in termini di riduzione dei flussi sulla SP467.