



COMUNE DI VERONA



SVINCOLO DI VIA VIGASIO SULLA TANGENZIALE SUD DI VERONA PROGETTO DEFINITIVO

N° ELABORATO :		OGGETTO:			
RE.02		RELAZIONE TECNICA STUDIO DEL TRAFFICO			
PROGETTISTA VIABILITA' :  via Camuzzoni, 1 - VERONA tel 045 8101737 fax 045 8102502 DIRETTORE TECNICO : Ing. Maurizio Fabbiani			COMUNE DI VERONA AREA GESTIONE DEL TERRITORIO COORDINAMENTO MOBILITA' E TRAFFICO Il Dirigente: Ing. Giorgio Zanoni		
C					
B					
A					
0	12.06.2014	EMISSIONE FINALE	ing. ALDIGHERI	ing. FABBIANI	COMMITTENTE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

AI SENSI DEGLI ARTT.1,2 E 99 DELLA LEGGE N. 633 DEL 22 APRILE 1941, CI RISERVIAMO LA PROPRIETÀ INTELLETTUALE E MATERIALE DI QUESTO ELABORATO E FACCIAMO ESPRESSO DIVIETO A CHIUNQUE DI RENDERLO NOTO A TERZI O DI RIPRODURLO ANCHE IN PARTE SENZA NOSTRA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

Comune di Verona

Realizzazione del nuovo svincolo di Via Vigasio
sulla Tangenziale Sud di Verona

Relazione Tecnica – Studio e Verifiche di Traffico

INDICE

1	PREMESSA	2
2	CONTENUTI DELLO STUDIO E ANTICIPAZIONE DEI RISULTATI	3
3	STATO ATTUALE DEL SISTEMA INFRASTRUTTURALE ESISTENTE.....	3
4	MODELLI DI TRAFFICO.....	3
5	SCENARIO DI PROGETTO: VERIFICHE DI CAPACITA' E LIVELLI DI SERVIZIO.....	7
5.1	TANGENZIALE SUD - LIVELLI DI SERVIZIO.....	7
5.2	CORSIE SPECIALIZZATE DI ENTRATA E USCITA IN TANGENZIALE	8
5.3	SVINCOLO VIGASIO SUD - CAPACITÀ E LIVELLI DI SERVIZIO	11
5.4	SVINCOLO VIGASIO NORD - CAPACITÀ E LIVELLI DI SERVIZIO	16

1 PREMESSA

La presente Relazione illustra lo **Studio e le Verifiche di Traffico** effettuate per il **Progetto Definitivo del Nuovo Svincolo di via Vigasio sulla Tangenziale Sud di Verona** da realizzare nell'ambito degli interventi di riqualificazione e potenziamento del sistema delle tangenziali e della viabilità nel quadrante Sud di Verona.

L'intervento sarà realizzato in convenzione fra il Comune di Verona, la soc. Autostrada A4 BS-PD e il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti e posto a carico del soggetto attuatore della Manifestazione di Interesse n. 36 **AIDA** nell'ambito del **Piano degli Interventi Comunale P.I.** approvato con Delibera del C.C. n. 91 del 23.12.2011.

Con Delibera della Giunta Regione Veneto D.G.R.V. n. 4148 del 18.12.2007 è stato approvato il **Piano di Assetto del Territorio P.A.T.** del Comune di Verona a seguito del quale predisposto il **Piano degli Interventi P.I.** ha dato avvio al procedimento di concertazione e realizzazione degli interventi sul territorio caratterizzati da rilevanti funzioni strategiche sia per l'offerta di servizi ed attrezzature, che per la sostenibilità dal punto di vista infrastrutturale.

Per la verifica della sostenibilità infrastrutturale degli interventi previsti dal **P.I.**, il Comune di Verona di accordo con l'Ente Verona Fiere, ha predisposto il **Piano della Viabilità di Verona Sud (30.11.2012)** che costituisce lo **Studio di Traffico** e il **Progetto Preliminare** di riferimento per tutte le iniziative previste e fornisce le indicazioni / priorità per gli interventi di sistemazione e miglioramento della rete viaria in Verona Sud. Il Piano è stato approvato, in linea tecnica, nella Conferenza Servizi del 10.01.2013 dagli Uffici Comunali, dall'Autostrada BS-PD e dall'ANAS Ufficio Ispettivo Territoriale di Bologna (ora SVCA-MIT-BO).

Il **Piano della Viabilità di Verona Sud** individua come opere prioritarie il miglioramento della viabilità di accesso al sistema della Tangenziale Sud di Verona Sud ed, in particolare :

1. la realizzazione del nuovo **Svincolo di via Vigasio** (oggetto del presente intervento)
2. il miglioramento dello **Svincolo di Forte Tomba** esistente (oggetto di separato intervento)
3. la realizzazione del nuovo **Svincolo di via Morgagni** (previsto dall'Autostrada BS-PD)
4. il miglioramento dello **Svincolo di Strada Dell'Alpo** (futuro intervento)

Le Planimetrie rappresentative dello Stato Attuale e del futuro Stato di Progetto degli Svincoli sulla Tangenziale Sud di Verona sono allegate al progetto.

Lo **Svincolo di via Vigasio**, a seguito di istruttoria dell'Autostrada BS-PD prot. 5516-13 del 31.01.2013, del MIT-BO prot. 00537-P del 05.03.2013 (e precedente UBO prot. 4674-P del 28.09.2012), ha ottenuto il parere di massima favorevole della Direzione Generale di Roma SVCA-MIT prot. 0004500-P del 20.05.2013 subordinatamente alla presentazione del Progetto Definitivo ed alla stipula di apposita Convenzione fra Comune e Concessionaria.

Nell'ambito del **Piano degli Interventi - ATO4 di VR Sud**, è stato approvato il testo definitivo dell'accordo pubblico-privato ai sensi dell'art.6 della L.R.11/2004 rispettivamente con Delibera della G.M. 561 del 18.12.2012 per la scheda norma n. 36 **"WTC Adige City" di AIDA S.p.A.** ubicata nel comparto compreso fra V.le Delle Nazioni, via Copernico, V.le Commercio, via Cagnoli nell'ATO4 di VR Sud; con Delibera della G.M. 297 del 04.09.2013 per la scheda norma n. 41 **ELLE IMMOBILIARE SPA** ubicata nel comparto compreso fra V. Flavio Gioia, via dell'Esperanto e la Tangenziale.

Entrambi i privati, ognuno per il rispettivo intervento, a conclusione dell'istanza di VIA hanno ricevuto da parte della Giunta Provinciale indicazioni prescrittive in merito alla realizzazione e al collaudo delle opere infrastrutturali finalizzate al rilascio dell'agibilità degli edifici (deliberazione G.P. n. 218 del 24-09-2012 a seguito del parere della Commissione Prov. V.I.A. n. 321 del 14-09-2012 per il soggetto **AIDA**; deliberazione G.P. n. 1530 del 02-04-2013 a seguito del parere della Commissione Prov. V.I.A. n. 336 del 15-03-2013 per il soggetto **ELLE IMMOBILIARE**).

In data 20-04-2013 è stato stipulato con atto del notaio dott. Claudio Berlini l'Accordo pubblico – privato tra il Comune di Verona e la Soc. **AIDA SpA** relativo all'ambito della scheda n. 36/B1. In data 19-09-2013 è stato stipulato con atto del notaio dott. Ilario Ripoli l'Accordo pubblico – privato tra il Comune di Verona e la Soc. **ELLE IMMOBILIARE SpA** relativo all'ambito della scheda n. 41/B1. A seguito di tali procedimenti, lo Svincolo di via Vigasio è stato posto a carico di dette società **AIDA SpA** ed **ELLE IMMOBILIARE SpA**, denominate soggetto attuatore, limitatamente alle seguenti opere identificate nel proseguo con la cosiddetta "prima fase":

- per la **parte Nord**, a carico della soc. **AIDA** : le piste svincolo di entrata / uscita, il collegamento stradale con via F. Gioia e la sistemazione della relativa intersezione semaforizzata, parte della rotatoria centrale, i soli sottoservizi di pertinenza stradale, la semaforizzazione dell'intersezione su via Dell'Esperanto; a carico della soc. **ELLE IMM.RE** : la restante parte della rotatoria centrale, la bretella di collegamento con via dell'Esperanto comprese le piste di ingresso e di uscita, i sottoservizi.
- per la **parte Sud**, a carico della soc. **AIDA**, le piste di svincolo entrata / uscita e il collegamento di prima fase con via Mezzacampagna e via Vigasio mediante intersezione semaforizzata.

Il data 17.05.2013 la soc. **AIDA** ha quindi presentato il **Progetto Preliminare dello Svincolo di via Vigasio**, a seguito del quale e delle citate istruzioni / approvazioni è stato redatto e trasmesso al Comune di Verona il **Progetto Definitivo (08.07.2013)** composto dagli elaborati in allegato ai sensi del DPR 207/2010. Il Progetto è stato esaminato nella Conferenza Servizi interna agli uffici comunali il 25.07.13 e nella Conferenza Servizi Preliminare del 26.07.2013 alla presenza di tutti i soggetti interessati. In tali sedi sono state richieste alcune integrazioni al **Progetto Definitivo** originale del 08.07.13 che sono state quindi inserite nella **Revisione A** del 09.08.2013 esaminata nella successiva CdS interna del 27.09.2013 per la quale è stata emessa la **Revisione B**.

Tutte le opere di prima fase verranno eseguite ed appaltate dal soggetto attuatore nel rispetto della vigente disciplina sugli appalti pubblici e secondo la convenzione sottoscritta con il Comune di Verona e con quella che verrà allo scopo sottoscritta dal Comune con la Concessionaria BS-PD.

La seguente figura mostra l'area di intervento su estratto di foto aerea.



Figura 1-1: Tangenziale Sud di VR - Ubicazione nuovo Svincolo di via Vigasio

2 CONTENUTI DELLO STUDIO E ANTICIPAZIONE DEI RISULTATI

Lo **Studio di Traffico** riporta i dati a base e le verifiche di Progetto Definitivo effettuate per il dimensionamento delle piste di svincolo e dei relativi dei Livelli di servizio incluse le intersezioni con la viabilità urbana.

Le verifiche sono effettuate in ottemperanza alla vigente normativa **D.M. n. 6792 del 05.11.2001 “Norme Geometriche e Funzionali per la Costruzione delle Strade”** e **D.M. n. 1699 del 19.04.2006 “Norme Geometriche e Funzionali per la Costruzione delle Intersezioni Stradali”** mediante software specialistici **HCS** che implementa le teorie **HCM Highway Capacity Manual** e mediante avanzato **Modello di Simulazione Dinamica della Circolazione VISSIM** in grado di fornire tutti i parametri funzionali e prestazionali degli assi e delle intersezioni.

Per le analisi del traffico, è importante rilevare che il **Piano della Viabilità di Verona Sud**, che comprende una vasta area del quadrante meridionale di VR ed il sistema delle Tangenziali, è stato redatto nell'ipotesi (limite superiore a medio/lungo termine) che vengano attivati tutti gli interventi previsti dal P.I. Comunale inclusa la riqualificazione delle aree ex Biasi Fondver immediatamente adiacenti allo **Svincolo di Vigasio Sud**. Anche l'area Nord che prevedeva l'insediamento di ben sei iniziative immobiliari di cui alle M.I. 11-37-38-41-270-329, a causa della generale crisi economica, vede oggi la sola realizzazione della M.I. 41 di ELLE Immobiliare che partecipa, in coordinamento con la M.I. 36 AIDA, alla realizzazione dei collegamenti fra lo svincolo e la viabilità urbana.

Allo stato attuale quindi, lo scenario finale di lungo termine e l'eventuale / conseguente aumento del traffico, sono ben lontani dalla loro effettiva concretizzazione; tuttavia, a favore di sicurezza, lo **Svincolo Nord è stato verificato nella configurazione finale così come le piste di uscita Nord e Sud** in modo che tali assi non debbano essere in futuro modificati. La **sola corsia di entrata dello Svincolo Sud e parte del ramo di collegamento a via Mezzacampagna**, sono stati previsti come interventi di 1ma Fase predisposti per un eventuale futuro adeguamento (prolungamento a tratto di scambio) quando le condizioni del traffico lo richiederanno.

I risultati delle verifiche di seguito riportate, evidenziano che i parametri geometrici funzionali delle corsie e delle intersezioni soddisfano ampiamente le prescrizioni della vigente normativa del **D.M. n. 1699 del 19.04.2006 “Norme Geometriche e Funzionali per la Costruzione delle Intersezioni Stradali”** e presentano **Livelli di Servizio adeguati**.

I risultati delle verifiche sono di seguito riassunti :

Livello di Servizio attuale della Tangenziale Sud nel tratto interessato dal nuovo svincolo

➤ Carreggiata Nord	LoS = C	V _m = 86,6 km/h
➤ Carreggiata Sud	LoS = C	V _m = 86,6 km/h

Le corsie risultano a norma e presentano livelli di servizio LoS adeguati non inferiori a quelli del tratto stradale interessato come prescritto dall'art. 5 del DM 1669/2006, e precisamente .

➤ Svincolo Nord corsia di entrata in Tangenziale	ml 275,00	LoS = C	V _m = 82,0 km/h
➤ Svincolo Nord corsia di uscita dalla Tangenziale	ml 277,00	LoS = C	V _m = 75,3 km/h
➤ Svincolo Sud corsia di entrata in Tangenziale	ml 275,00	LoS = C	V _m = 82,4 km/h
➤ Svincolo Sud corsia di uscita dalla Tangenziale	ml 150,00	LoS = C	V _m = 75,1 km/h

3 STATO ATTUALE DEL SISTEMA INFRASTRUTTURALE ESISTENTE

Per la realizzazione delle opere in progetto, sono stati eseguiti i rilievi di traffico e i rilievi topografici plano-altimetrici di dettaglio della situazione esistente. Con riferimento alle planimetrie dello stato attuale allegate, la Tangenziale Sud di Verona, che sottende la ZAI, comprende un tratto di circa 5 km dallo Svincolo S.S. 434 “Transpolesana” allo Svincolo Strada dell’Alpo. Oltre Strada dell’Alpo, in direzione Casello A22 di VR Nord, sono poi distribuiti gli Svincoli di Dossobuono e del Quadrante Europa.

Nel tratto di maggior traffico dell'area periurbana della ZAI di VR Sud, sono presenti i soli Svincoli S.S. 12 di Forte Tomba, fortemente congestionato, e di Strada La Rizza che però è parziale in quanto presenta i soli accessi lato Ovest. Il tratto maggiormente trafficato è quello che mette in relazione la S.S. 434 con il Casello A4 di VR Sud e che insiste quasi esclusivamente sullo Svincolo di Forte Tomba, e quindi sulla viabilità urbana, creando condizioni di elevatissima congestione e di decadimento dei livelli di servizio e della sicurezza.

Allo scopo di risolvere i problemi sopra accennati e garantire un adeguato livello di servizio alla Tangenziale, il Comune di Verona ha richiesto la realizzazione del nuovo **Svincolo di via Vigasio** ubicato in posizione intermedia fra la S.S. 12 Forte Tomba ed il Casello A4 di VR Sud, oltre alla (successiva) realizzazione dello **Svincolo di via Morgagni** e della viabilità connessa già previsto nel Piano Finanziario della Concessionaria BS-PD. In tal modo lo scambio Autostrada – Tangenziale avverrà in situazione / posizione decisamente più favorevole con indubbio beneficio sia per la viabilità urbana comunale che per quella di rango superiore.

4 MODELLI DI TRAFFICO

Il modello della rete stradale è quello fornito / approvato con il **Piano della Viabilità di Verona Sud** redatto (dalla stessa società **Infratec srl**) per conto dell'Ente Fiera di Verona e del Comune di Verona nell'Ottobre-Novembre 2012 ed implementato mediante software specialistico **CUBE CitiLabs**. Tale modello è stato sviluppato per l'ora di punta significativa pomeridiana 17,00 – 18,00 del Venerdì essendo tutta l'area della ZAI di Verona Sud caratterizzata dalla presenza di attività produttive e soprattutto commerciali. Utilizzando il modello del **Piano della Viabilità di Verona Sud** sono stati ricavati i seguenti scenari per lo **Studio di Traffico dello Svincolo di via Vigasio**:

1. **Stato di Fatto**: coincide con il grafo dello stato di fatto del **Piano della Viabilità di Verona Sud**
2. **Stato di Progetto 1° fase**: nella rete stradale è stato inserito lo Svincolo di via Vigasio Nord e Sud nella configurazione a breve termine di prima fase; la matrice utilizzata è quella dello Stato di Fatto con l'aumento di traffico collegato alle iniziative ad oggi approvate dal Comune di Verona già in corso e/o di attuazione a breve termine :
 - a. VERONA PORTA SUD – Ex Cartiere
 - b. CARIVERONA – PRUSST Polo Culturale
 - c. AIDA – Ex Officine Adige
 - d. ELLE IMMOBILIARE
3. **Stato di Progetto 2° fase**: coincide con lo scenario dello Stato di Progetto a Medio Termine del **Piano di Viabilità di Verona Sud**, quindi con tutte le manifestazioni di interesse presenti nel Piano degli Interventi (ad eccezione della M.I. 38) e con tutta la viabilità di progetto prevista nel Piano.

Nelle figure seguenti sono riportati i flussogrammi dello Svincolo di via Vigasio relativi ai tre scenari sopra descritti nell'ora di punta significativa.

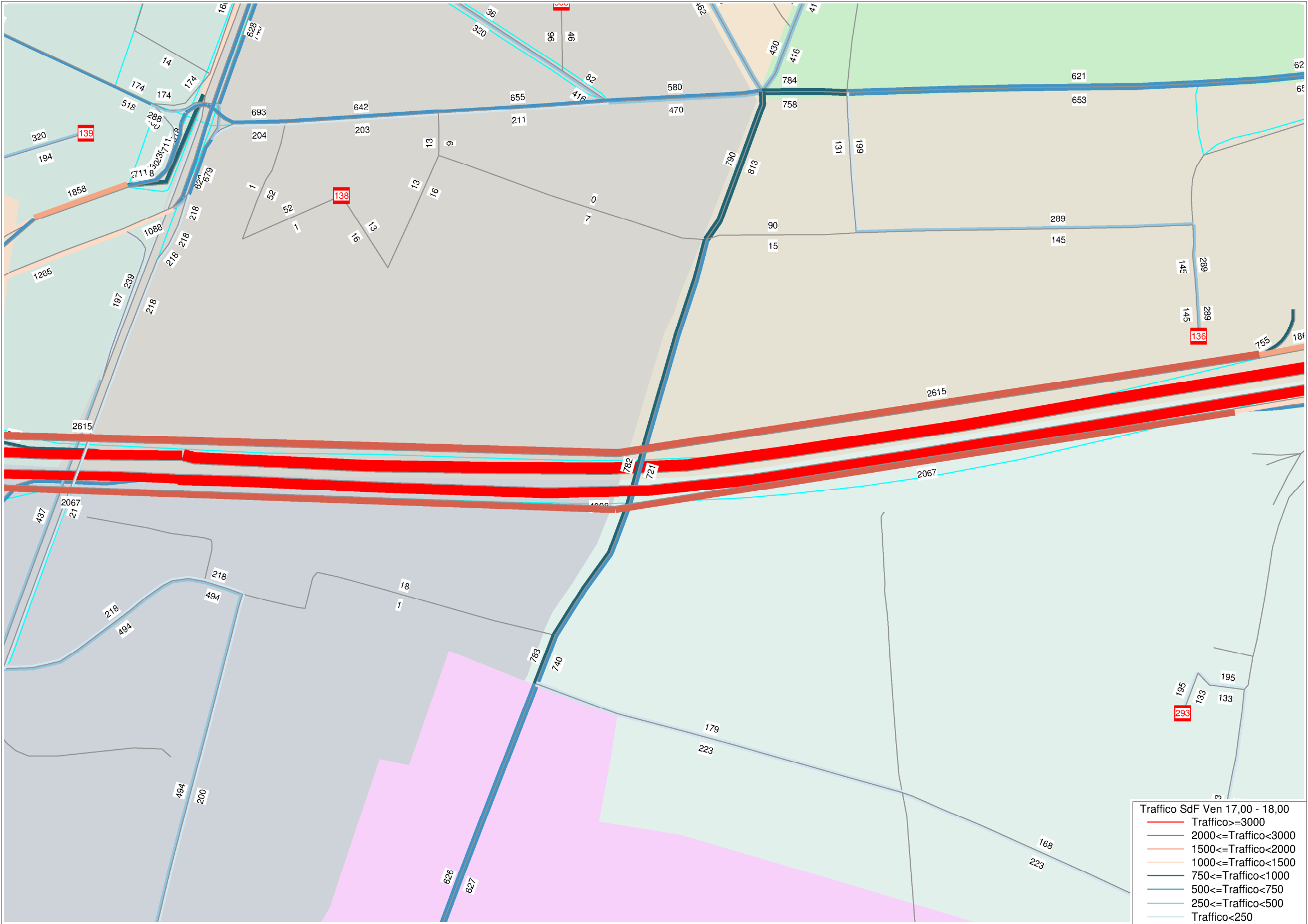


Figura 4-1: Flussogramma Stato di Fatto Venerdì OdP 17,00-18,00

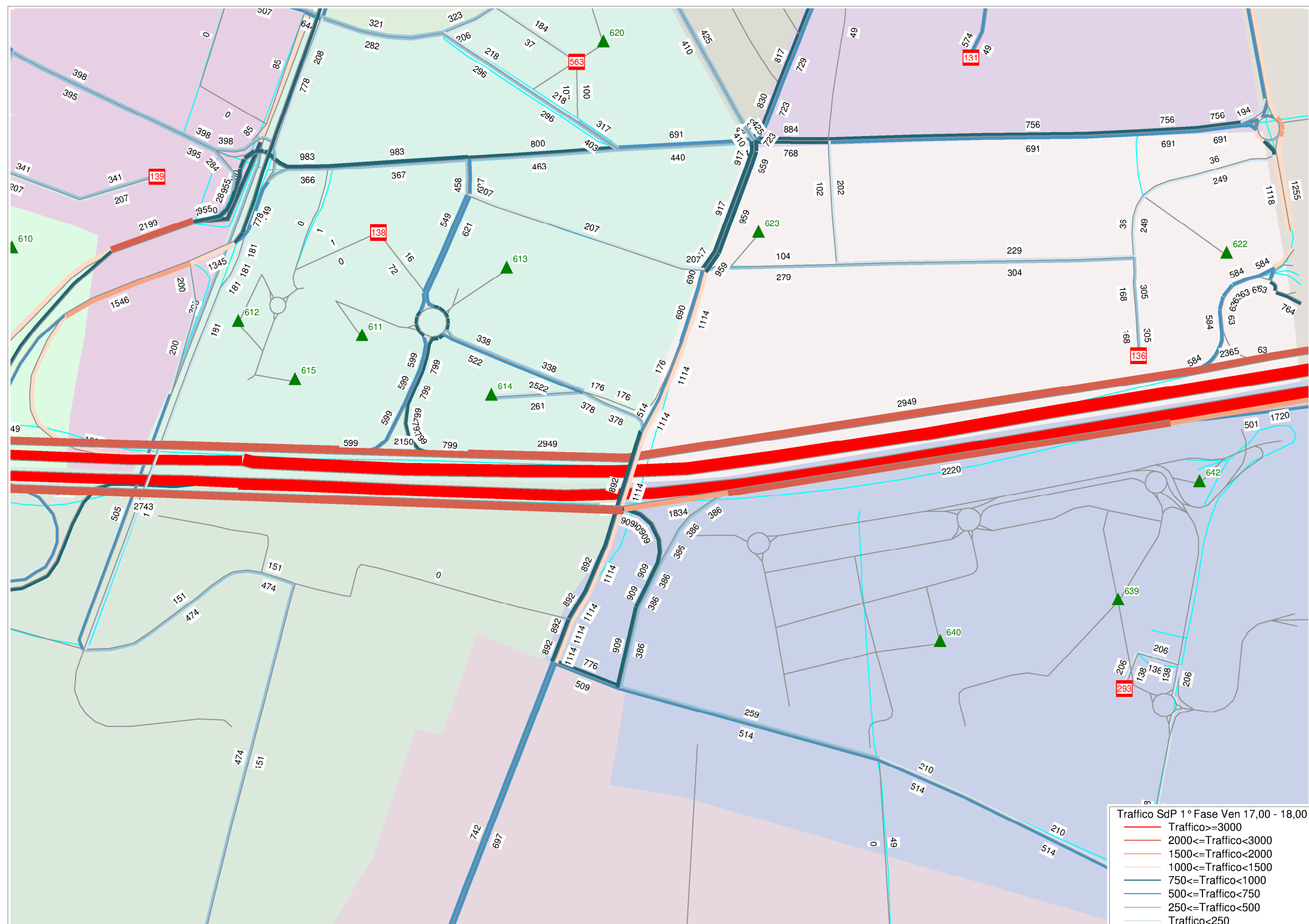


Figura 4-2: Flussogramma Stato di Progetto 1° Fase a Breve Termina Venerdì OdP 17,00-18,00

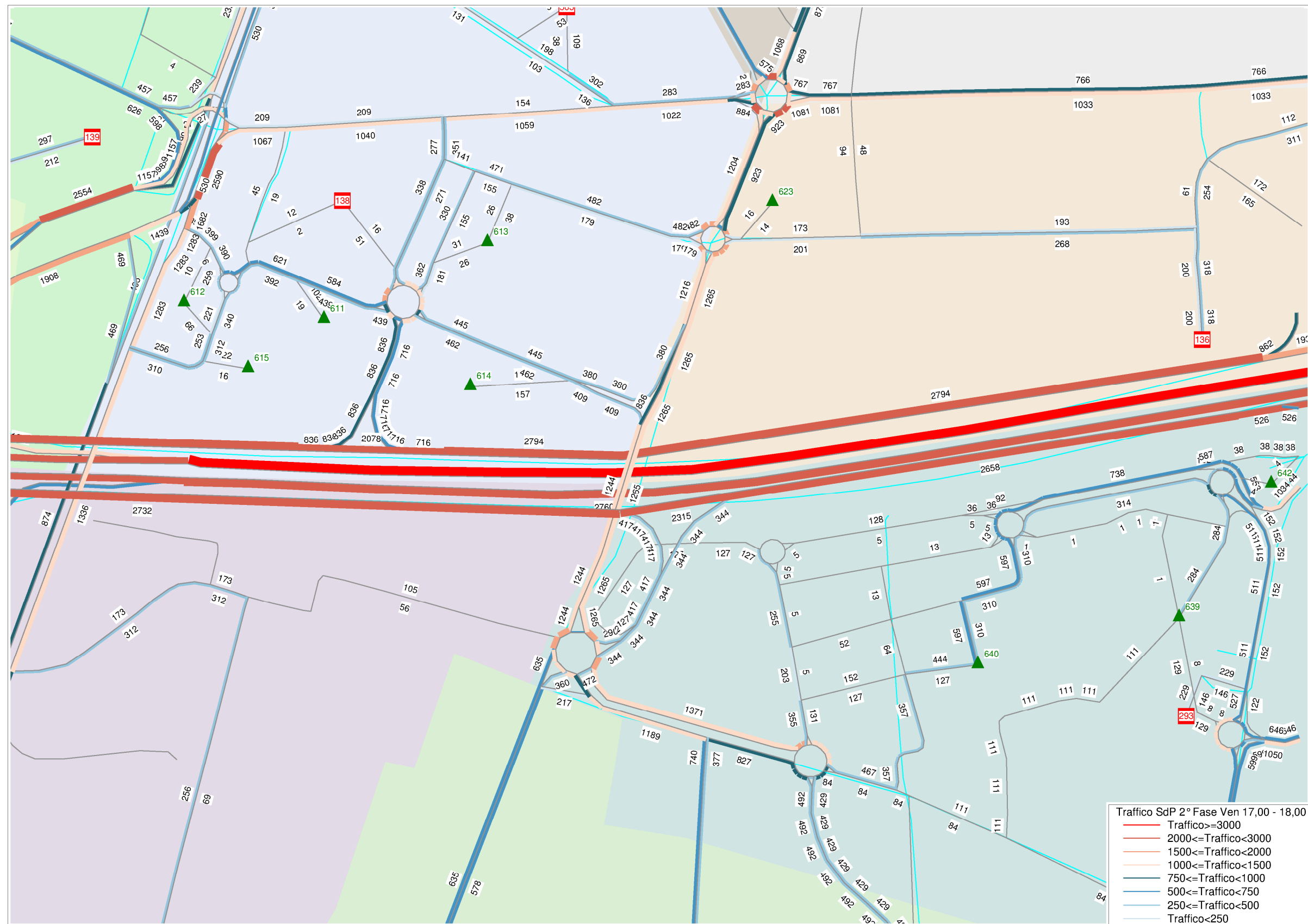


Figura 4-3: Flussogramma Stato di Progetto 2° Fase Finale di Medio Termine Venerdì OdP 17,00-18,00

5 SCENARIO DI PROGETTO: VERIFICHE DI CAPACITA' E LIVELLI DI SERVIZIO

Con gli interventi di miglioramento della viabilità, sono state analizzate le intersezioni nella configurazione e con i dati dei flussi di traffico dello scenario di progetto.

Le verifiche di capacità delle intersezioni a raso della zona a sud della tangenziale sono state effettuate mediante un avanzato modello di **Micro-Simulazione Dinamica della Circolazione** con software specialistico **VISSIM** in grado di riprodurre lo stato della circolazione di tutto il sistema interessato e di fornire i parametri di valutazione, tra i quali i tempi di percorrenza e di attesa, la lunghezza delle code ed il Livello di Servizio complessivo; le intersezioni a raso della zona a nord della tangenziale sono state verificate invece con il software **aaSidra**, che implementa ed integra il metodo **HCM (Highways Capacity Manual 2000)**.

Le verifiche di capacità dei tronchi della tangenziale e delle corsie specializzate di entrata e uscita sono state effettuate secondo la procedura di calcolo della Capacità e del Livello di Servizio per le strade extraurbane a carreggiate separate secondo il metodo **HCM (Highways Capacity Manual 2000)** utilizzando il software specialistico **HCS 2000**.

5.1 Tangenziale Sud - Livelli di Servizio

Nella Tabella 5-1 sono calcolati, secondo il metodo **HCM**, i livelli di servizio attuali sulla Tangenziale Sud di Verona. **Il Livello di servizio è LoS = C per entrambe le direzioni, con una velocità media di 86,6 km/h** come da tabulati allegati.

MULTILANE HIGHWAYS WORKSHEET (Direction 1 - Nord)

Free-Flow Speed = 100 km/h

Application	Input	Output
Oper. (LOS)	FFS, N, v _p	LOS, S, D
Des. (N)	FFS, LOS, v _p	N, S, D
Des. (v _p)	FFS, LOS, N	v _p , S, D
Plan. (LOS)	FFS, N, AADT	LOS, S, D
Plan. (N)	FFS, LOS, AADT	N, S, D
Plan. (v _p)	FFS, LOS, N	v _p , S, D

General Information		Site Information	
Analyst	Ing. Tommaso Aldighieri	Highway/Direction to Travel	
Agency or Company	Infratec srl	From/To	
Date Performed	27/06/2013	Jurisdiction	
Analysis Time Period	Venerdì 17-18	Analysis Year	
Project Description Svincolo di Via Vigasio – Tangenziale Sud di Verona			
☒ Oper. (LOS) ☐ Des. (N) ☐ Plan. (vp)			
Flow Inputs			
Volume, V (veh/h)	2615	Peak-Hour Factor, PHF	1.00
AADT(veh/h)		%Trucks and Buses, P _T	10
Peak-Hour Prop of AADT (veh/d)		%RVs, P _R	0
Peak-Hour Direction Prop, D		General Terrain:	Level
DDHV (veh/h)		Grade Length (km)	0.00
Driver Type Adjustment	1.00	Up/Down %	0.00
		Number of Lanes	2
Calculate Flow Adjustments			
f _p	1.00	E _R	1.2
E _T	1.5	f _{HV}	0.952
Speed Inputs		Calc Speed Adj and FFS	
Lane Width, LW (m)	3.5	f _{LW} (km/h)	1.0
Total Lateral Clearance, LC (m)	2.2	f _{LC} (km/h)	1.7
Access Points, A (A/km)	1	f _A (km/h)	0.7
Median Type, M	Divided	f _M (km/h)	0.0
FFS (measured)		FFS (km/h)	86.6
Base Free-Flow Speed, BFFS	90.0		
Operations		Design	
Operational (LOS)		Design (N)	
Flow Rate, v _p (pc/h/ln)	1372	Required Number of Lanes, N	
Speed, S (km/h)	86.6	Flow Rate, v _p (pc/h)	
D (pc/km/ln)	15.8	Max Service Flow Rate (pc/h/ln)	
LOS	C	Design LOS	

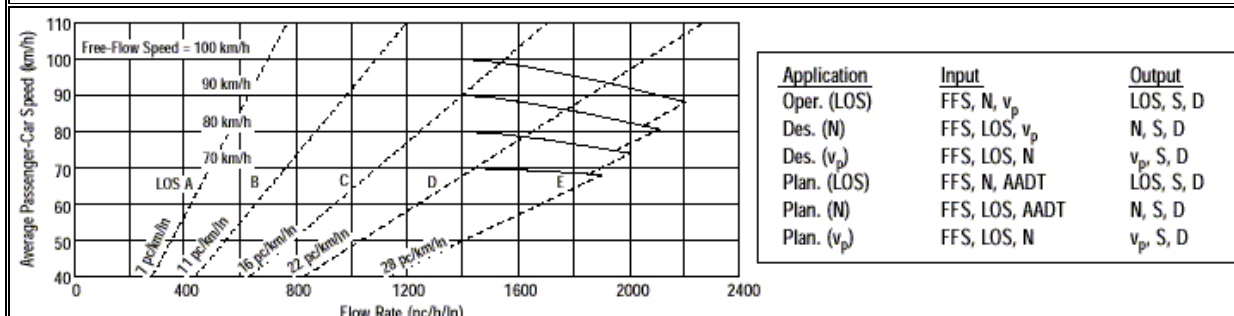
MULTILANE HIGHWAYS WORKSHEET(Direction 1 - Nord)			
			
General Information		Site Information	
Analyst	Ing.Tommaso Aldighieri	Highway/Direction to Travel	
Agency or Company	Infratec srl	From/To	
Date Performed	27/06/2013	Jurisdiction	
Analysis Time Period	Venerdì 17-18	Analysis Year	
Project Description Svincolo di Via Vigasio – Tangenziale Sud di Verona			
☒ Oper.(LOS) ☐ Des. (N) ☐ Plan. (vp)			
Flow Inputs			
Volume, V (veh/h)	2067	Peak-Hour Factor, PHF	1.00
AADT(veh/h)		%Trucks and Buses, P _T	10
Peak-Hour Prop of AADT (veh/d)		%RVs, P _R	0
Peak-Hour Direction Prop, D		General Terrain:	Level
DDHV (veh/h)		Grade Length (km)	0.00
Driver Type Adjustment	1.00	Up/Down %	0.00
		Number of Lanes	2
Calculate Flow Adjustments			
f _p	1.00	E _R	1.2
E _T	1.5	f _{HV}	0.952
Speed Inputs		Calc Speed Adj and FFS	
Lane Width, LW (m)	3.5	f _{LW} (km/h)	1.0
Total Lateral Clearance, LC (m)	2.2	f _{LC} (km/h)	1.7
Access Points, A (A/km)	1	f _A (km/h)	0.7
Median Type, M	Divided	f _M (km/h)	0.0
FFS (measured)		FFS (km/h)	86.6
Base Free-Flow Speed, BFFS	90.0		
Operations		Design	
<u>Operational (LOS)</u>		<u>Design (N)</u>	
Flow Rate, v _p (pc/h/ln)	1085	Required Number of Lanes, N	
Speed, S (km/h)	86.6	Flow Rate, v _p (pc/h)	
D (pc/km/ln)	12.5	Max Service Flow Rate (pc/h/ln)	
LOS	C	Design LOS	

Tabella 5-1: Report Corsie Tangenziale Sud di Verona

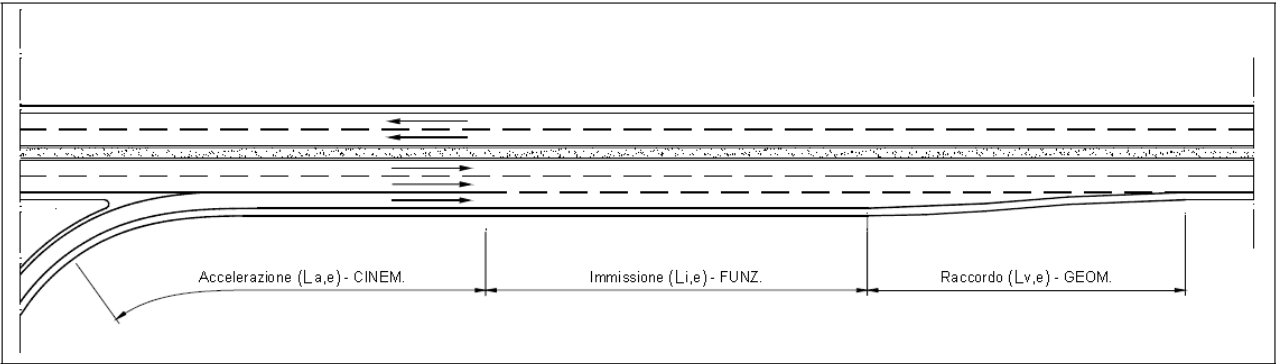
5.2 Corsie specializzate di entrata e uscita in Tangenziale

Si riporta di seguito un estratto delle norme del **D.M. n. 1699 del 19.04.2006 “Norme Geometriche e Funzionali per la Costruzione delle Intersezioni Stradali”** che forniscono le prescrizioni base per verifica delle corsie specializzate applicabili nel caso in progetto.

Le corsie specializzate sono destinate ai veicoli che si accingono ad effettuare le manovre di svolta a destra ed a sinistra, e che consentono di non arrecare eccessivo disturbo alla corrente di traffico principale. Possono essere di entrata (o di immissione), di uscita (o di diversione) e di accumulo. Si sviluppano, generalmente, in affiancamento alla strada cui afferiscono. In particolare, le corsie di entrata e di accumulo assumono una configurazione parallela all’asse principale della strada; quelle in uscita possono essere realizzate con tipologia in parallelo ovvero mediante l’adozione della soluzione “ad ago”. Nello studio in oggetto viene adottata per ambedue i casi la tipologia in parallelo.

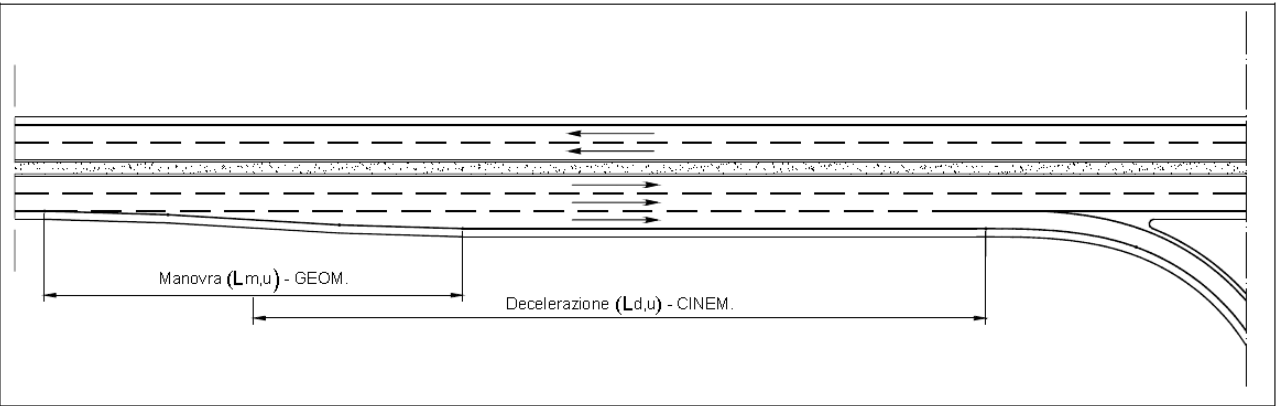
Le corsie di entrata sono composte dai seguenti tratti elementari rappresentati in figura:

- Tratto di accelerazione di lunghezza $L_{a,e}$;
- Tratto di immissione di lunghezza $L_{i,e}$;
- Elemento di raccordo di lunghezza $L_{v,e}$.



Le corsie di uscita sono composte invece dai seguenti tratti elementari:

- Tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$;
- Tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$;



Per il dimensionamento dei vari tratti sono stati utilizzati differenti metodologie, riportate in seguito, facenti riferimento a criteri cinematici (per $L_{a,e}$ e $L_{d,u}$), geometrici (per $L_{v,e}$ e $L_{m,u}$) e funzionali (per $L_{i,e}$).

5.2.1 Criteri cinematici

Per determinare la lunghezza dei tratti di variazione cinematica in decelerazione ($L_{d,u}$) e accelerazione ($L_{a,e}$) si adotta la seguente espressione:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- L (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- v_1 (m/s) è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione o accelerazione;
- v_2 (m/s) è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione o accelerazione;
- a (m/s²) è l'accelerazione, positiva o negativa, assunta per la manovra.

I valori di v_1 , v_2 ed a da inserire nella formula precedente sono i seguenti:

- Corsie di decelerazione. Per v_1 si assume la velocità di progetto del tratto di strada da cui provengono i veicoli in uscita, determinata dai diagrammi di velocità secondo quanto riportato nel D.M. 5/11/2001; per v_2 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione verso l'altra strada; per a si assume, per le strade di Tipo B, un valore di decelerazione pari a 3,0 m/s²;
- Tratto di accelerazione nelle corsie di entrata. Per v_1 si assume la velocità di progetto della rampa nel punto di inizio del tratto di accelerazione dell'entrata, mentre per v_2 si assume il valore corrispondente allo 80% della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette; questa velocità va determinata dal diagramma di velocità (come riportato nel D.M. 5/11/2001). Si considera una accelerazione $a = 1,0$ m/s².

Trattandosi di una strada di **Tipo B** si assume come velocità di progetto corrispondente a quelle di CdS di **V=90 km/h**. Adottando una v_2 in uscita di 50 km/h il tratto $L_{d,u}$ risulta essere di 72 m. Il tratto $L_{a,e}$ risulta di 112.5 m.

5.2.2 Criteri geometrici

La lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ nelle corsie di entrata od immissione si determina in funzione della velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, sulla base della Tabella seguente:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di raccordo $L_{v,e}$ [m]
$V_p > 80$	75
$V_p \leq 80$	50

La lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ in una corsia di uscita o decelerazione si determina in base alla velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia, secondo la Tabella seguente:

Velocità di progetto V_p [km/h]	Lunghezza del tratto di manovra $L_{m,u}$ [m]
40	20
60	40
80	60
100	75
≥ 120	90

Per la corsia oggetto di studio si adotta una lunghezza sia del tratto di manovra che del tratto di raccordo di 75 m.

5.2.3 Criteri funzionali

Per le manovre di immissione e di scambio, la lunghezza del tratto di immissione $L_{i,e}$ deve essere determinata secondo procedure basate sulla distribuzione probabilistica dei distanziamenti temporali tra i veicoli in marcia, su ciascuna corsia.

Il dimensionamento di primo tentativo è stato effettuato secondo la metodologia proposta da *Canale – Leonardi – Nicosia*. Tale metodo statistico si basa sulla valutazione dell'intervallo critico necessario al veicolo sulla corsia di immissione per entrare nel flusso principale definito come segue:

$$T = \frac{v_1 - v_2}{2a} + 2\delta$$

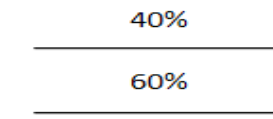
Dove v_1 rappresenta la velocità nel tronco principale, v_2 la velocità di immissione (pari sempre all'80% della velocità principale), accelerazione $a = 1,2$ m/s² e distanza temporale di sicurezza tra 2 veicoli sul tratto principale δ pari a 1 s. Solitamente si ipotizza che gli intervalli temporali τ con cui i veicoli della corsia principale si succedono dinanzi a quello che vuole immettersi siano distribuiti secondo la legge di probabilità di *Erlang*, la cui densità è:

$$f_{\tau}(\tau) = \frac{\lambda}{(K-1)!} \cdot (\lambda \cdot \tau)^{K-1} \cdot e^{-\lambda\tau}$$

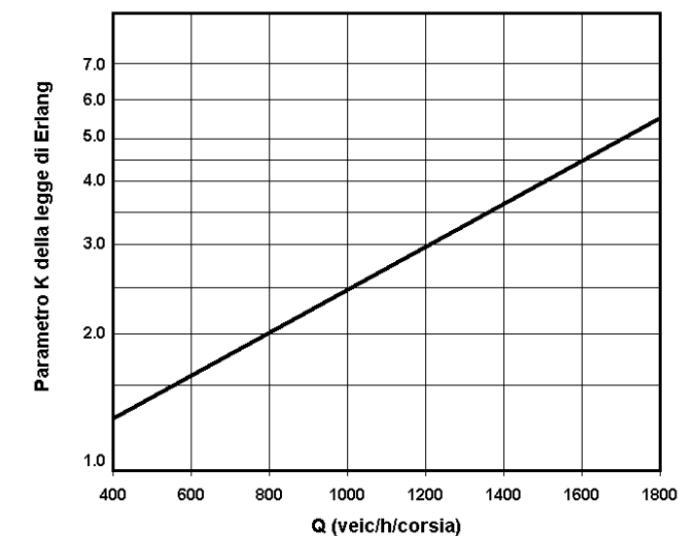
Dove λ e K sono i due parametri della legge di probabilità di Erlang.

Solitamente si assume $\lambda=1$; K dipende invece dal flusso veicolare sulla corsia dove si immette.

Trattandosi di una strada di Tipo B a 2 corsie per senso di marcia la ripartizione del flusso è del tipo:



Da simulazione su differenti orizzonti temporali il volume di traffico che interessa lo svincolo Nord di progetto è 2202 veic/h, di cui 1321 veic/h sulla prima corsia. Entrando nella tabella seguente si prende $K = 3$ (dovendo assumere un valore intero per poter permettere l'operazione fattoriale).



Partendo da una serie di schematizzazioni e da un complesso di opportune semplificazioni aventi come supporto teorico gli elementi della “teoria delle code”, è stato possibile evincere la relazione che consente di calcolare la media dei tempi $E(w)$ di attesa in coda:

$$E(w) = E(s) + \frac{Q_2 \cdot [E(s)^2 + V(s)]}{2 \cdot [1 - Q_2 \cdot E(s)]}$$

$E(s)$ e $V(s)$ sono rispettivamente la media e la varianza del tempo di servizio, ed hanno le seguenti espressioni:

$$E(s) = T + \frac{e^{K \cdot Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot T} - \sum_{i=0}^K \left(\frac{K \cdot Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot T}{i!} \right)}{Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot \sum_{i=0}^{K-1} \left(\frac{K \cdot Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot T}{i!} \right)}$$

$$V(s) = \frac{(K+1) \cdot \left[e^{K \cdot Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot T} - \sum_{i=0}^{K+1} \left(\frac{K \cdot Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot T}{i!} \right) \right]}{K \cdot Q_1^2 \cdot \sum_{i=0}^{K-1} \left(\frac{K \cdot Q_1 \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot T}{i!} \right)} + [E(s) - T]^2$$

Dove:

Q_1 = portata relativa alla corrente principale (veic/s/corsia);

V_1 = velocità della corrente principale (km/h);

Q_2 = portata della corrente secondaria in immissione (veic/s/corsia);

V_2 = velocità della corrente secondaria (km/h);

T = intervallo critico;

K = parametro di Erlang.

Moltiplicando il valore di $E(w)$ per la velocità V_2 del flusso veicolare in immissione (in m/s) si ottiene la lunghezza $L'm$ della corsia di attesa necessaria ad un veicolo il cui tempo di attesa sia proprio $E(w)$.

$$L'm = v_2 \cdot E(w)$$

E' da notare però come il valore assunto dalla distribuzione di Erlang in corrispondenza di $E(w)$ è piuttosto basso, per cui la probabilità che si verifichi una coda è abbastanza elevata. Per portare tale probabilità ad assumere valori inferiori (intorno al 10%) è necessario raddoppiare la lunghezza della corsia di manovra. In definitiva si ha:

$$Lm = 2 \cdot v_2 \cdot E(w)$$

Implementando il dimensionamento con i dati di traffico simulati nell'orizzonte temporale più carico, la lunghezza dei tratti risulterebbe essere per lo Svincolo Nord: 770 m e per lo Svincolo Sud 216 m.

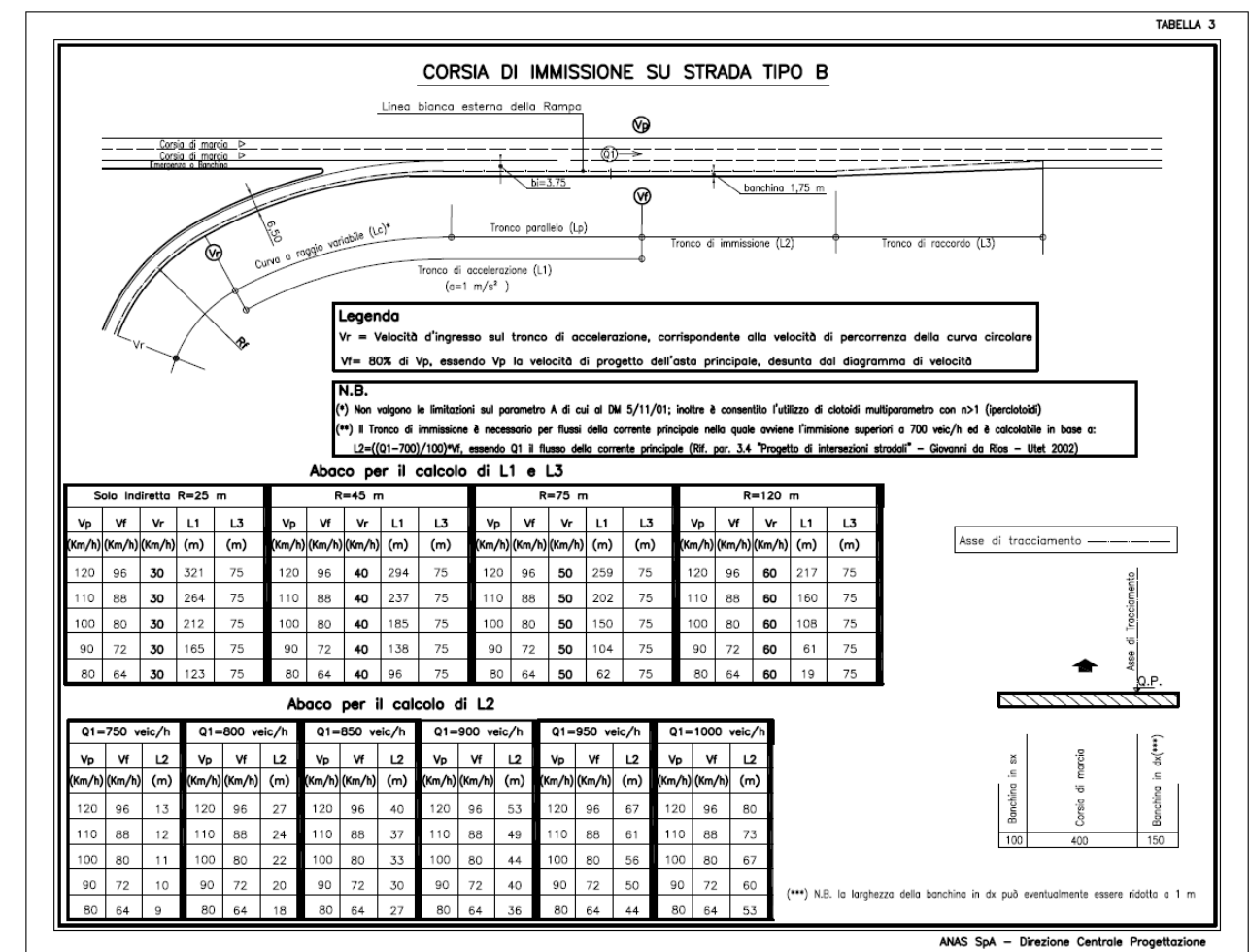
La lunghezza del tratto di immissione per lo Svincolo Nord risulta essere estremamente elevata e enormemente sproporzionata se paragonata alle reali esigenze e con altri casi analoghi. Tale discrepanza è dovuta al metodo statistico agli elevati flussi in immissione che portano $E(w)$ ad assumere valore addirittura negativi in caso di flussi più elevati. Tale problematica è stata affrontata anche in occasione del XI Convegno Nazionale della Società Italiana di Infrastrutture Viarie, tenutosi a Verona nel Novembre 2001, dove è emerso che tale metodologia di calcolo è applicabile / adatta in caso di flussi di traffico medio – bassi, caso non riscontrabile nello Svincolo Nord oggetto di studio dove i volumi di traffico in immissione sono da considerare medio – alti.

Non essendo quindi applicabile tale metodo a base statistica, **per lo Svincolo Nord si è adottata la metodologia riportata nella circolare n°53688 del 08.04.2009 emessa da ANAS Codirezione Generale Tecnica** riguardante il dimensionamento delle corsie specializzate di decelerazione ed accelerazione sulla **Strade di Tipo A e B**.

Per il dimensionamento del tronco di immissione si utilizza la formula (G. Da Rios “Progetto delle Intersezioni Stradali”):

$$L_2 = \frac{(Q_1 - 700)}{100} \cdot v_f$$

Dove Q_1 rappresenta il flusso sulla prima corsia di marcia, assunta pari al 50% del totale per flussi elevati.



5.2.4 Svincolo Nord

Il dimensionamento della corsia di ingresso viene effettuato per la configurazione finale considerando un flusso simulato di 2078 veic./h a valle dello svincolo di progetto sulla Tangenziale e di 836 veic/h per la corsia di immissione. Dal calcolo risulta, considerando sempre una velocità di progetto di 90 km/h sulla Tangenziale e il raggio della curva circolare pari a 75 m per 50 km/h per la corsia di immissione :

- Tratto di accelerazione: 104 m
 - Tronco di immissione: 68 m
 - Tratto di raccordo: 75 m
- Per un totale di 247 m. **La corsia prevista in progetto ha uno sviluppo complessivo superiore di 275 m.**

5.2.5 Svincolo Sud

In prima analisi il dimensionamento viene effettuato per la configurazione finale considerando un flusso simulato di 2315 veic./h a valle dello svincolo di progetto sulla Tangenziale e di 344 veic/h per la corsia di immissione. Dal calcolo risulta, considerando sempre una velocità di progetto di 90 km/h per la Tangenziale e il raggio della curva circolare pari a 75 m per 50 km/h per la corsia di immissione :

- Tratto di accelerazione 104 m;
 - Tronco di immissione 92 m;
 - Tratto di raccordo 75 m..
- Per un totale di 271 m. **La corsia prevista in progetto ha uno sviluppo complessivo superiore di 275 m.**

Riassumendo:

Per le corsie di ingresso è stato adottato il metodo proposto da **ANAS verificato con HCM.**

INGRESSO	L accelerazione [m]	L immissione [m]	L raccordo [m]	Totale di calcolo [m]	Totale in progetto [m]
Svincolo Nord	104	68	75	247	275
Svincolo Sud	104	92	75	271	275

Per le corsie d'uscita è stato adottato il **D.M. 19.04.2006.**

USCITA	L manovra [m]	L decelerazione [m]	L raccordo (0.5Lmanovra + L dec.) [m]	Totale in progetto [m]
Svincolo Nord	75	73	110.5	277
Svincolo Sud	75	73	110.5	150

5.3 Svincolo Vigasio Sud - Capacità e Livelli di Servizio

5.3.1 Corsie specializzate di entrata e uscita in Tangenziale

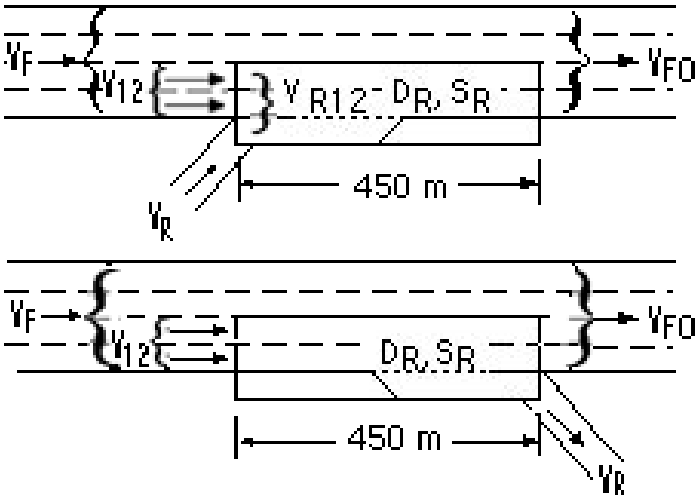
Le caratteristiche dimensionali delle corsie di entrata e uscita sono riportate nei precedenti paragrafi; nella Figura 5-1 è riportato un estratto planimetrico dell'area sud dello svincolo di via Vigasio



Figura 5-1: Planimetria Svincolo Vigasio Sud

Nella figura seguente è riportato lo schema generale utilizzato per la verifica di capacità delle corsie di immissione e uscita secondo l'HCM 2000.

EXHIBIT 25-2. CRITICAL RAMP JUNCTION VARIABLES



Entrata: i dati di input per la fase finale più caricata sono :

- $V_F = 2315$ veicoli/ora
- $V_R = 344$ veicoli/ora

I risultati, riportati nella Tabella 5-2, indicano un **Livello di Servizio LoS = C** più che soddisfacente e pari a quello della Tangenziale esistente (vedi cap. 5.1) con una densità nel tratto di scambio di **13,2 veicoli per km per corsia** e una velocità di **82,4 Km/h**.

Uscita: i dati di input per la 1° fase più caricata sono :

- $V_F = 2743$ veicoli/ora
- $V_R = 909$ veicoli/ora

I risultati, riportati nella Tabella 5-3, indicano un **Livello di Servizio LoS = C** più che soddisfacente con una densità nel tratto di scambio di **15,2 veicoli per km per corsia** e una velocità di **75,1 Km/h** in Tangenziale.

RAMPS AND RAMP JUNCTIONS WORKSHEET								
General Information					Site Information			
Analyst2	Ing Tommaso Aldighieri	Freeway/Dir of Travel	Tang Sud/Venezia		Junction			
Agency or Company	Infratec Srl	Junction	Svincolo via Vigasio		Analysis Year			
Date Performed	18/06/2013	Jurisdiction	2013		Analysis Year			
Analysis Time Period	Ven 17,00 - 18,00	Project Description Svincolo di via Vigasio Sud						
Inputs								
Upstream Adj Ramp		Terrain Level				Downstream Adj Ramp		
☒ Yes ☐ On						☐ Yes ☐ On		
☐ No ☒ Off						☒ No ☐ Off		
$L_{up} = 150$ m						$L_{down} =$ m		
$V_u = 417$ veh/h		$S_{FF} = 90.0$ km/h $S_{FR} = 50.0$ km/h				$V_D =$ veh/h		
Sketch (show lanes, L_A, L_D, V_R, V_F)								
Conversion to pc/h Under Base Conditions								
(pc/h)	V (Veh/hr)	PHF	Terrain	Truck	%Rv	f_{HV}	f_p	$v = V / PHF f_{HV} f_p$
Freeway	2315	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	2431
Ramp	344	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	361
UpStream	417	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	438
DownStream								
Merge Areas				Diverge Areas				
Estimation of v_{12}				Estimation of v_{12}				
$V_{12} = V_F (P_{FM})$				$V_{12} = V_R + (V_F - V_R)P_{FD}$				
$L_{EQ} =$ (Equation 25-2 or 25-3)				$L_{EQ} =$ (Equation 25-8 or 25-9)				
$P_{FM} = 1.000$ using Equation 0				$P_{FD} =$ using Equation				
$V_{12} = 2431$ pc/h				$V_{12} =$ pc/h				
Capacity Checks				Capacity Checks				
	Actual	Maximum	LOS F?		Actual	Maximum	LOS F?	
V_{FO}	2792	See Exhibit 25-7	No	$V_{FI} = V_F$		See Exhibit 25-14		
				V_{12}		4400:All		
V_{R12}	2792	4600:All	No	$V_{FO} = V_F - V_R$		See Exhibit 25-14		
				V_R		See Exhibit 25-3		
Level of Service Determination (if not F)				Level of Service Determination (if not F)				
$D_R = 5.475 + 0.00734 v_R + 0.0078 V_{12} - 0.00627 L_A$				$D_R = 4.252 + 0.0086 V_{12} - 0.009 L_D$				
$D_R = 13.2$ (pc/ km/ln)				$D_R =$ (pc/ km/ln)				
LOS = C (Exhibit 25-4)				LOS= (Exhibit 25-4)				
Speed Estimation				Speed Estimation				
$M_S = 0.330$ (Exibit 25-19)				$D_S =$ (Exhibit 25-19)				
$S_R = 82.4$ km/h (Exhibit 25-19)				$S_R =$ km/h (Exhibit 25-19)				
$S_0 =$ N/A km/h (Exhibit 25-19)				$S_0 =$ km/h (Exhibit 25-19)				
$S = 82.4$ km/h (Exhibit 25-14)				$S =$ km/h (Exhibit 25-15)				

HCS2000™

Copyright © 2000 University of Florida, All Rights Reserved

Version 4.1f

Tabella 5-2: Report Svincolo Vigasio Sud -Entrata

RAMPS AND RAMP JUNCTIONS WORKSHEET									
General Information					Site Information				
Analyst		Ing Tommaso Aldighieri			Freeway/Dir of Travel		Tang Sud/Venezia		
Agency or Company		Infratec Srl			Junction		Svincolo via Vigasio		
Date Performed		03/07/2013			Jurisdiction				
Analysis Time Period		Ven 17,00 - 18,00			Analysis Year		2013		
Project Description Svincolo di via Vigasio Sud									
Inputs									
Upstream Adj Ramp		Terrain Level				Downstream Adj Ramp			
☐ Yes ☐ On						☒ Yes ☒ On			
☒ No ☐ Off						☐ No ☐ Off			
L _{up} = m		S _{FF} = 90.0 km/h				S _{FR} = 40.0 km/h			
Vu = veh/h		Sketch (show lanes, L _A , L _D , V _R , V _P)				L _{down} = 150 m			
								VD = 386 veh/h	
Conversion to pc/h Under Base Conditions									
(pc/h)	V (Veh/hr)	PHF	Terrain	Truck	%Rv	f _{HV}	f _p	v=V/PHF f _{HV} f _p	
Freeway	2743	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	2880	
Ramp	909	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	954	
UpStream									
DownStream	386	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	405	
Merge Areas					Diverge Areas				
Estimation of v ₁₂					Estimation of v ₁₂				
V ₁₂ = V _F (P _{FM})					V ₁₂ = V _R + (V _F - V _R)P _{FD}				
L _{EQ} = (Equation 25-2 or 25-3)					L _{EQ} = (Equation 25-8 or 25-9)				
P _{FM} = using Equation					P _{FD} =1.000 using Equation 0				
V ₁₂ = pc/h					V ₁₂ = 2880 pc/h				
Capacity Checks					Capacity Checks				
	Actual	Maximum	LOS F?		Actual	Maximum	LOS F?		
V _{FO}		See Exhibit 25-7		V _{F1} =V _F	2880	4500	No		
				V ₁₂	2880	4400:All	No		
V _{R12}		4600:All		V _{FO} = V _F - V _R	1926	4500	No		
				V _R	954	1900	No		
Level of Service Determination (if not F)					Level of Service Determination (if not F)				
D _R = 5.475 + 0.00734 v _R + 0.0078 V ₁₂ - 0.00627 L _A					D _R = 4.252 + 0.0086 V ₁₂ - 0.009 L _D				
D _R = (pc/ km /ln)					D _R = 15.2 (pc/ km /ln)				
LOS = (Exhibit 25-4)					LOS= C (Exhibit 25-4)				
Speed Estimation					Speed Estimation				
M _S = (Exibit 25-19)					D _s = 0.649 (Exhibit 25-19)				
S _R = km/h (Exhibit 25-19)					S _R = 75.1 km/h (Exhibit 25-19)				
S ₀ = km/h (Exhibit 25-19)					S ₀ = N/A km/h (Exhibit 25-19)				
S= km/h (Exhibit 25-14)					S = 75.1 km/h (Exhibit 25-15)				

HCS2000™

Copyright © 2000 University of Florida, All Rights Reserved

Version 4.1f

Tabella 5-3: Report Svincolo Vigasio Sud -Uscita

5.3.2 Intersezione semaforizzata via Mezzacampagna – via Vigasio

L'intersezione allo stato attuale è regolata da segnale di stop; sulla principale (via Vigasio) è presente una corsia specializzata per la svolta a sinistra.

Nello stato di progetto l'intersezione viene riqualficata come intersezione semaforizzata; sulla via Vigasio nord sono presenti due corsie in attestamento di cui una è riservata per la svolta a sinistra. Anche su via Mezzacampagna sono presenti le due corsie riservate per le due manovre di svolta.

In Figura 5-2 è riportato un estratto planimetrico dell'intersezione.

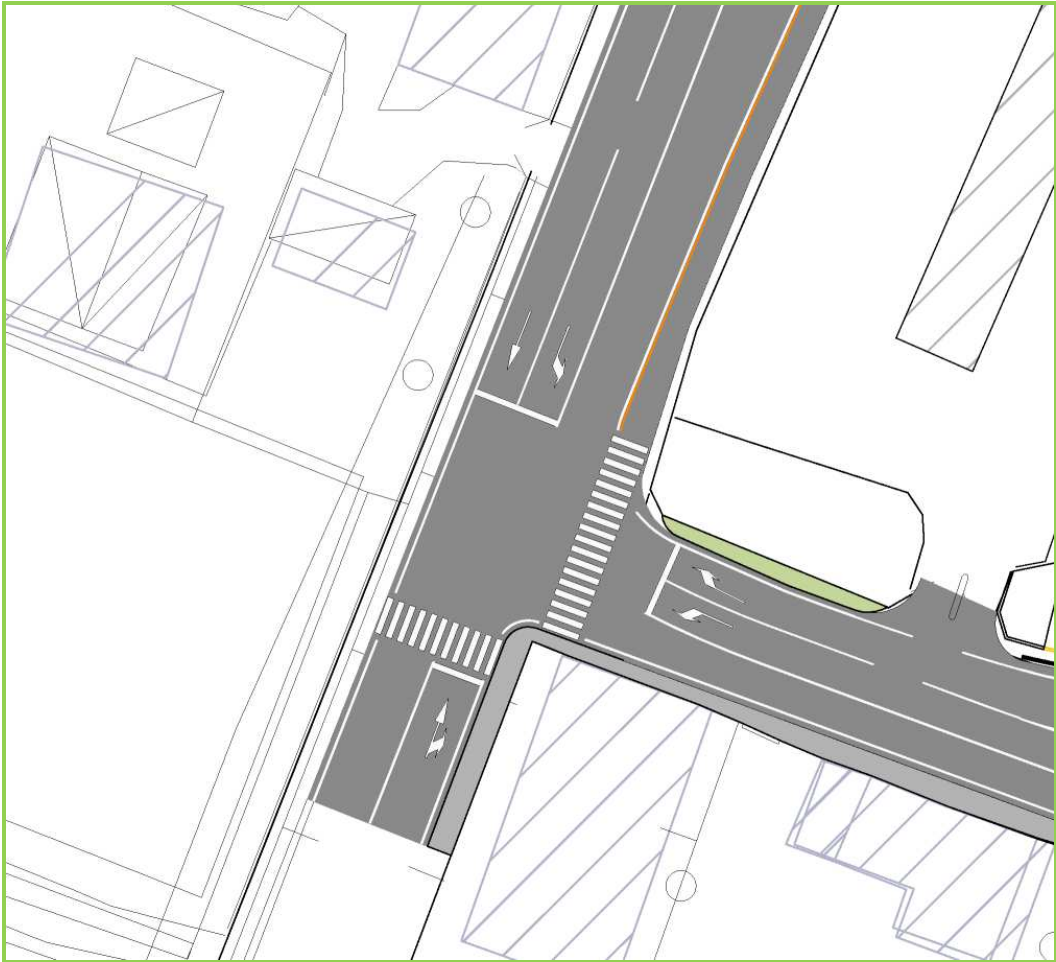


Figura 5-2: Planimetria Intersezione via Vigasio – via Mezzacampagna

Di seguito in Tabella 5-4 si riporta la Matrice OD dell'intersezione relativa all'ora di punta del Venerdì sera (17,00 – 18,00) espressa in termini di veicoli totali (leggeri + pesanti).

In Figura 5-3 si riporta la fasatura di progetto dell'intersezione semaforizzata; si tratta di un impianto a due fasi con un prolungamento della fase di verde per la svolta a destra da via Mezzacampagna, il tempo totale di ciclo è stato calcolato in **63 secondi**

OD	Via Mezzacampagna	Via Vigasio Nord	Via Vigasio Sud	TOT
Via Mezzacampagna	0	705	71	776
Via Vigasio Nord	220	0	671	891
Via Vigasio Sud	288	409	0	697
TOT	508	1114	742	2364

Tabella 5-4: Matrice OD Venerdì OdP 17,00 – 18,00

Rami	Manovre	Volume	Ritardo	LoS	Coda Ramo	Volume Ramo	Ritardo Ramo	LoS Ramo
via Mezzacampagna	via Vigasio nord	700	18,8	B	54	699	18,8	B
	via Vigasio sud	70	18,5	B				
via Vigasio nord	via Vigasio sud	713	19,2	B	83	930	26,1	C
	via Mezzacampagna	217	48,8	D				
via Vigasio sud	via Mezzacampagna	298	23,5	C	30	710	22,7	C
	via Vigasio nord	412	22,1	C				
		2410			56		22,9	C

Tabella 5-5: VISSIM Ritardi e livelli di servizio – Intersezione Via Vigasio-Via Mezzacampagna

Come indicato nella Tabella 5-5, le prestazioni dell'intersezione sono soddisfacenti presentando un **LoS = C**, un ritardo complessivo al nodo di **22,9 sec / veicolo** e una coda media di **56 metri**, senza particolari scostamenti sui vari rami rispetto ai valori complessivi.

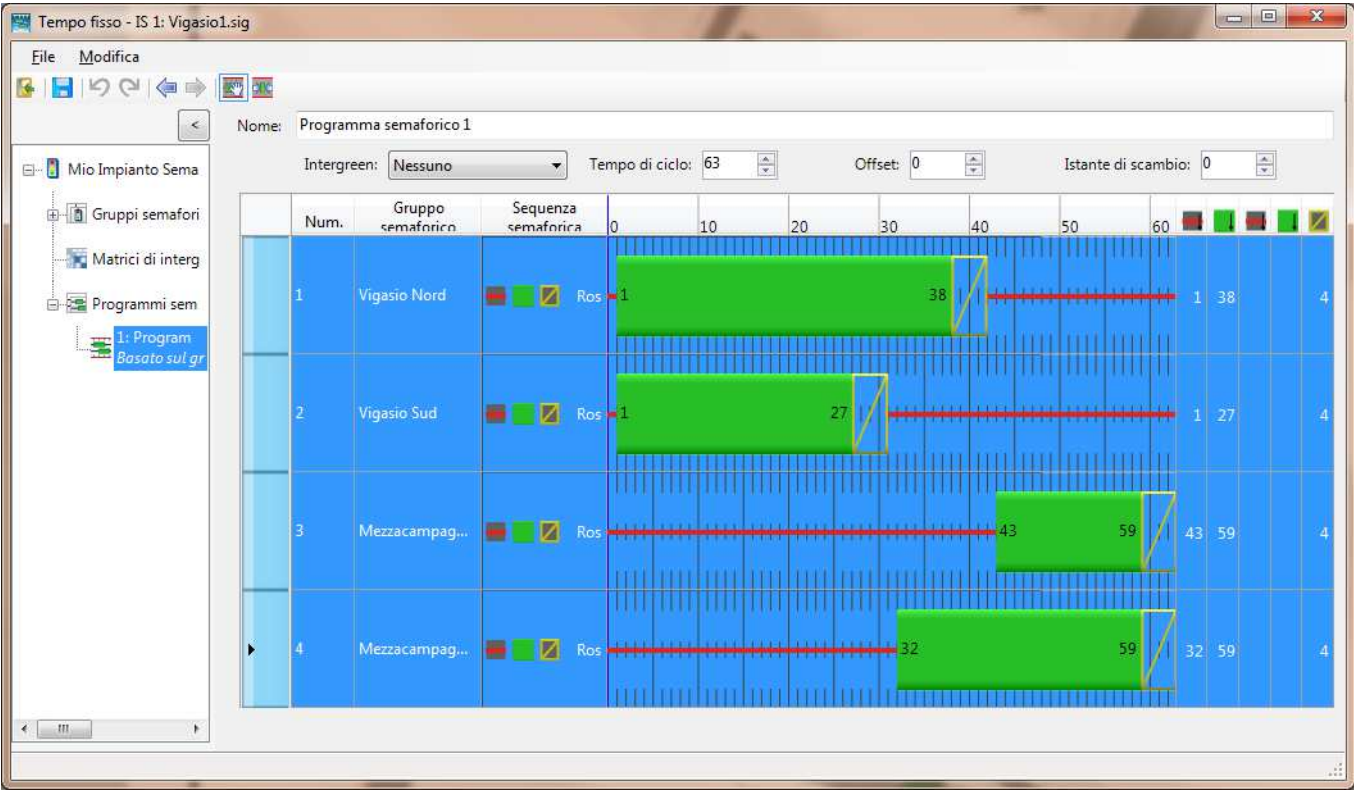


Figura 5-3: Fasatura IS Nodo Via Vigasio - Via Mezzacampagna

In Tabella 5-5 sono riportati i risultati della verifica dell'intersezione in termini di Ritardo medio per veicolo (sec), Lunghezza media della coda (m) e Livello di Servizio (LoS)

5.3.3 Intersezione Svincolo Vigasio Sud - via Mezzacampagna

L'intersezione di progetto è regolata da semplice segnale di stop; il ramo che proviene dalla tangenziale è a due corsie, quella di destra è una svolta continua mentre quella sinistra è regolata da stop.
La corsia in soggezione di precedenza rispetto alla svolta a destra dalla tangenziale è stata ricavata per permettere a chi viene da via Mezzacampagna est un più agevole ingresso al lavaggio auto.



Figura 5-4: Planimetria Intersezione via Mezzacampagna – Svincolo via Vigasio sud

Di seguito in Tabella 5-6 si riporta la Matrice OD dell'intersezione relativa all'ora di punta del Venerdì sera (17,00 – 18,00) espressa in termini di veicoli totali (leggeri + pesanti).

OD	Tangenziale	Via Mezzacampagna Ovest	Via Mezzacampagna Est	TOT
Tangenziale	0	602	307	909
Via Mezzacampagna Ovest	301	0	208	509
Via Mezzacampagna Est	85	173	0	258
TOT	386	775	515	1676

Tabella 5-6: Matrice OD Venerdì OdP 17,00 – 18,00

In Tabella 5-7 sono riportati i risultati della verifica dell'intersezione in termini di Ritardo medio per veicolo (sec), Lunghezza media della coda (m) e Livello di Servizio (LoS)

Rami	Manovre	Volume	Ritardo	LoS	Coda Ramo	Volume Ramo	Ritardo Ramo	LoS Ramo
via Mezzacampagna Est	Rampa Tang	83	0.8	A	0	245	17.0	C
	via Mezzacampagna Ovest	173	25.3	D				
Rampa Tang	via Mezzacampagna Ovest	600	19.5	C	2	830	15.0	C
	via Mezzacampagna Est	301	7.2	A				
via Mezzacampagna Ovest	via Mezzacampagna Est	200	1.5	A	0	516	1.9	A
	Rampa Tang	327	2.2	A				
		1684			1		11.1	B

Tabella 5-7: VISSIM Ritardi e livelli di servizio – Intersezione Svincolo Vigasio Sud-Via Mezzacampagna

Come indicato nella Tabella 5-7, le prestazioni dell'intersezione sono molto soddisfacenti presentando un **LoS = B**, un ritardo complessivo al nodo di **11,1 sec / veicolo** e una **coda media irrilevante**, senza particolari scostamenti sui vari rami rispetto ai valori complessivi.

5.4 Svincolo Vigasio Nord - Capacità e Livelli di Servizio

Le caratteristiche dimensionali delle corsie di entrata e uscita sono riportate nel paragrafo 5.2.4; nella Figura 5-5 è riportato un estratto planimetrico dell'area nord dello svincolo di via Vigasio

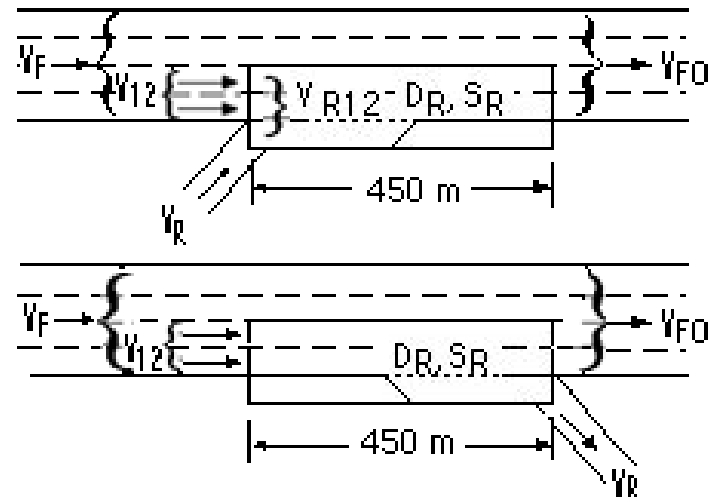


Figura 5-5: Planimetria Svincolo Vigasio Nord

5.4.1 Corsie specializzate di entrata e uscita in Tangenziale

Nella figura seguente è riportato lo schema generale utilizzato per la verifica delle corsie di immissione e uscita secondo l'HCM 2000.

EXHIBIT 25-2. CRITICAL RAMP JUNCTION VARIABLES



Entrata: i dati di input per la configurazione finale più caricata sono :

- $V_F = 2078$ veicoli/ora
- $V_R = 836$ veicoli/ora

I risultati, riportati nella Tabella 5-8, indicano un **Livello di Servizio LoS = C** più che soddisfacente e pari a quello della Tangenziale esistente (vedi cap. 5.1) con una densità nel tratto di scambio di **14,4 veicoli per km per corsia** e una velocità di **82,0 Km/h**.

Uscita: i dati di input per la configurazione di prima fase più caricata sono :

- $V_F = 2949$ veicoli/ora
- $V_R = 799$ veicoli/ora

I risultati, riportati nella Tabella 5-9, indicano un **Livello di Servizio LoS = C** più che soddisfacente e pari a quello della Tangenziale esistente (vedi cap. 5.1) con una densità nel tratto di scambio di **14,0 veicoli per km per corsia** e una velocità di **75,3 Km/h**.

RAMPS AND RAMP JUNCTIONS WORKSHEET								
General Information				Site Information				
Analyst2	Ing Tommaso Aldighieri		Freeway/Dir of Travel		Tang Sud/Milano			
Agency or Company	Infratec Srl		Junction		Svincolo via Vigasio			
Date Performed	18/06/2013		Jurisdiction					
Analysis Time Period	Ven 17,00 - 18,00		Analysis Year		2013			
Project Description Svincolo di via Vigasio Nord								
Inputs								
Upstream Adj Ramp		Terrain Level			Downstream Adj Ramp			
☒ Yes ☐ On					☐ Yes ☐ On			
☐ No ☒ Off					☒ No ☐ Off			
L _{up} = 150 m					L _{down} = m			
V _u = 716 veh/h		S _{FF} = 90.0 km/h S _{FR} = 50.0 km/h			V _D = veh/h			
Sketch (show lanes, L _A , L _D , V _R , V _f)								
Conversion to pc/h Under Base Conditions								
(pc/h)	V (Veh/hr)	PHF	Terrain	Truck	%Rv	f _{HV}	f _p	v=V/PHF f _{HV} f _p
Freeway	2078	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	2182
Ramp	836	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	878
UpStream	716	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	752
DownStream								
Merge Areas				Diverge Areas				
Estimation of v ₁₂				Estimation of v ₁₂				
V ₁₂ = V _F (P _{FM})				V ₁₂ = V _R + (V _F - V _R)P _{FD}				
L _{EQ} = (Equation 25-2 or 25-3)				L _{EQ} = (Equation 25-8 or 25-9)				
P _{FM} = 1.000 using Equation 0				P _{FD} = using Equation				
V ₁₂ = 2182 pc/h				V ₁₂ = pc/h				
Capacity Checks				Capacity Checks				
	Actual	Maximum	LOS F?		Actual	Maximum	LOS F?	
V _{FO}	3060	See Exhibit 25-7	No	V _{F1} =V _F		See Exhibit 25-14		
				V ₁₂		4400:All		
V _{R12}	3060	4600:All	No	V _{FO} = V _F - V _R		See Exhibit 25-14		
				V _R		See Exhibit 25-3		
Level of Service Determination (if not F)				Level of Service Determination (if not F)				
D _R = 5.475 + 0.00734 v _R + 0.0078 V ₁₂ - 0.00627 L _A				D _R = 4.252 + 0.0086 V ₁₂ - 0.009 L _D				
D _R = 14.4 (pc/ km/ln)				D _R = (pc/ km/ln)				
LOS = C (Exhibit 25-4)				LOS= (Exhibit 25-4)				
Speed Estimation				Speed Estimation				
M _S = 0.349 (Exibit 25-19)				D _s = (Exhibit 25-19)				
S _R = 82.0 km/h (Exhibit 25-19)				S _R = km/h (Exhibit 25-19)				
S ₀ = N/A km/h (Exhibit 25-19)				S ₀ = km/h (Exhibit 25-19)				
S= 82.0 km/h (Exhibit 25-14)				S = km/h (Exhibit 25-15)				

HCS2000™

Copyright © 2000 University of Florida, All Rights Reserved

Version 4.1f

Tabella 5-8: Report Svincolo Vigasio Nord -Entrata

RAMPS AND RAMP JUNCTIONS WORKSHEET								
General Information				Site Information				
Analyst	Ing Tommaso Aldighieri		Freeway/Dir of Travel		Tang Sud/Milano			
Agency or Company	Infratec Srl		Junction		Svincolo via Vigasio			
Date Performed	03/07/2013		Jurisdiction					
Analysis Time Period	Ven 17,00 - 18,00		Analysis Year		2013			
Project Description Svincolo di via Vigasio Nord								
Inputs								
Upstream Adj Ramp		Terrain Level			Downstream Adj Ramp			
☐ Yes ☐ On					☒ Yes ☒ On			
☒ No ☐ Off					☐ No ☐ Off			
L _{up} = m					L _{down} = 150 m			
V _u = veh/h		S _{FF} = 90.0 km/h S _{FR} = 40.0 km/h			V _D = 599 veh/h			
Sketch (show lanes, L _A , L _D , V _R , V _f)								
Conversion to pc/h Under Base Conditions								
(pc/h)	V (Veh/hr)	PHF	Terrain	Truck	%Rv	f _{HV}	f _p	v=V/PHF f _{HV} f _p
Freeway	2949	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	3096
Ramp	799	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	839
UpStream								
DownStream	599	1.00	Level	10	0	0.952	1.00	629
Merge Areas				Diverge Areas				
Estimation of v ₁₂				Estimation of v ₁₂				
V ₁₂ = V _F (P _{FM})				V ₁₂ = V _R + (V _F - V _R)P _{FD}				
L _{EQ} = (Equation 25-2 or 25-3)				L _{EQ} = (Equation 25-8 or 25-9)				
P _{FM} = using Equation				P _{FD} =1.000 using Equation 0				
V ₁₂ = pc/h				V ₁₂ = 3096 pc/h				
Capacity Checks				Capacity Checks				
	Actual	Maximum	LOS F?		Actual	Maximum	LOS F?	
V _{FO}		See Exhibit 25-7		V _{F1} =V _F	3096	4500	No	
				V ₁₂	3096	4400:All	No	
V _{R12}		4600:All		V _{FO} = V _F - V _R	2257	4500	No	
				V _R	839	1900	No	
Level of Service Determination (if not F)				Level of Service Determination (if not F)				
D _R = 5.475 + 0.00734 v _R + 0.0078 V ₁₂ - 0.00627 L _A				D _R = 4.252 + 0.0086 V ₁₂ - 0.009 L _D				
D _R = (pc/ km /ln)				D _R = 14.0 (pc/ km /ln)				
LOS = (Exhibit 25-4)				LOS= C (Exhibit 25-4)				
Speed Estimation				Speed Estimation				
M _S = (Exibit 25-19)				D _s = 0.639 (Exhibit 25-19)				
S _R = km/h (Exhibit 25-19)				S _R = 75.3 km/h (Exhibit 25-19)				
S ₀ = km/h (Exhibit 25-19)				S ₀ = N/A km/h (Exhibit 25-19)				
S= km/h (Exhibit 25-14)				S = 75.3 km/h (Exhibit 25-15)				

HCS2000™

Copyright © 2000 University of Florida, All Rights Reserved

Version 4.1f

Tabella 5-9: Report Svincolo Vigasio Nord –Uscita

5.4.2 Rotatoria Centrale : Intersezione Raccordo Svincolo Vigasio Nord – 2° Traversa via Espertanto

L'intersezione in progetto prevede una rotatoria a 5 rami (a 4 rami in caso se non viene realizzata la strada nell'area della M.I. 38 di Manni Sipre).



Figura 5-6: Planimetria Rotatoria Centrale Svincolo Vigasio Nord – 2° Traversa via Gioia

Le caratteristiche geometrico dimensionali della rotatoria sono:

- Diametro Esterno $D_e = 48\text{ m}$ $R_e = 24\text{ m}$
- Larghezza dell'Anello $L_a = 9\text{ m} + \text{banchine} = 10\text{ m}$
- Diametro Isola $D_i = 28\text{ m}$ $R_i = 14\text{ m}$
- N° Corsie sui rami:
 - o Tangenziale = 2 ingresso + 1 uscita
 - o Traversa Esperanto lato Est = 1 ingresso + 1 uscita
 - o Traversa Gioia lato Nord-Est = 1 in ingresso + 1 in uscita
 - o Traversa Gioia lato Nord-Ovest = 1 in ingresso + 1 in uscita
 - o Traversa Esperanto lato Ovest = 1 in ingresso + 1 in uscita

Di seguito in Tabella 5-10 si riporta la Matrice OD dell'intersezione relativa all'ora di punta del Venerdì sera (17,00 – 18,00) espressa in termini di veicoli totali (leggeri + pesanti).

OD	Tangenziale	Traversa Esperanto lato Est	Traversa Gioia lato Nord-Est	Traversa Gioia lato Nord-Ovest	Traversa Esperanto lato Ovest	TOT
Tangenziale	0	188	4	113	411	716
Traversa Esperanto lato Est	334	0	13	43	55	445
Traversa Gioia lato Nord-Est	245	2	0	3	112	362
Traversa Gioia lato Nord-Ovest	163	198	9	0	7	377
Traversa Esperanto lato Ovest	95	77	155	112	0	439
TOT	837	465	181	271	585	2339

Tabella 5-10: Matrice OD Venerdì OdP 17,00 – 18,00

Le verifiche di capacità condotte con **aaSidra**, che basato sulla metodologia dell'**HCM 2000**, restituiscono i seguenti risultati in termini di **Lunghezza massima della Coda (m)**, **Ritardo Medio (sec per veicolo)** e **Livello di Servizio (Level of Service, LoS)**.

Come indicato nella Figura 5-7, le prestazioni dell'intersezione sono soddisfacenti presentando un **LoS = A - C** ottimale; il ramo più caricato risulta essere Traversa Gioia lato Nord Ovest che presenta un **LoS = C** con un **ritardo medio per veicolo di 34,9 sec / veicolo** e una **lunghezza massima della coda di 75 m**.

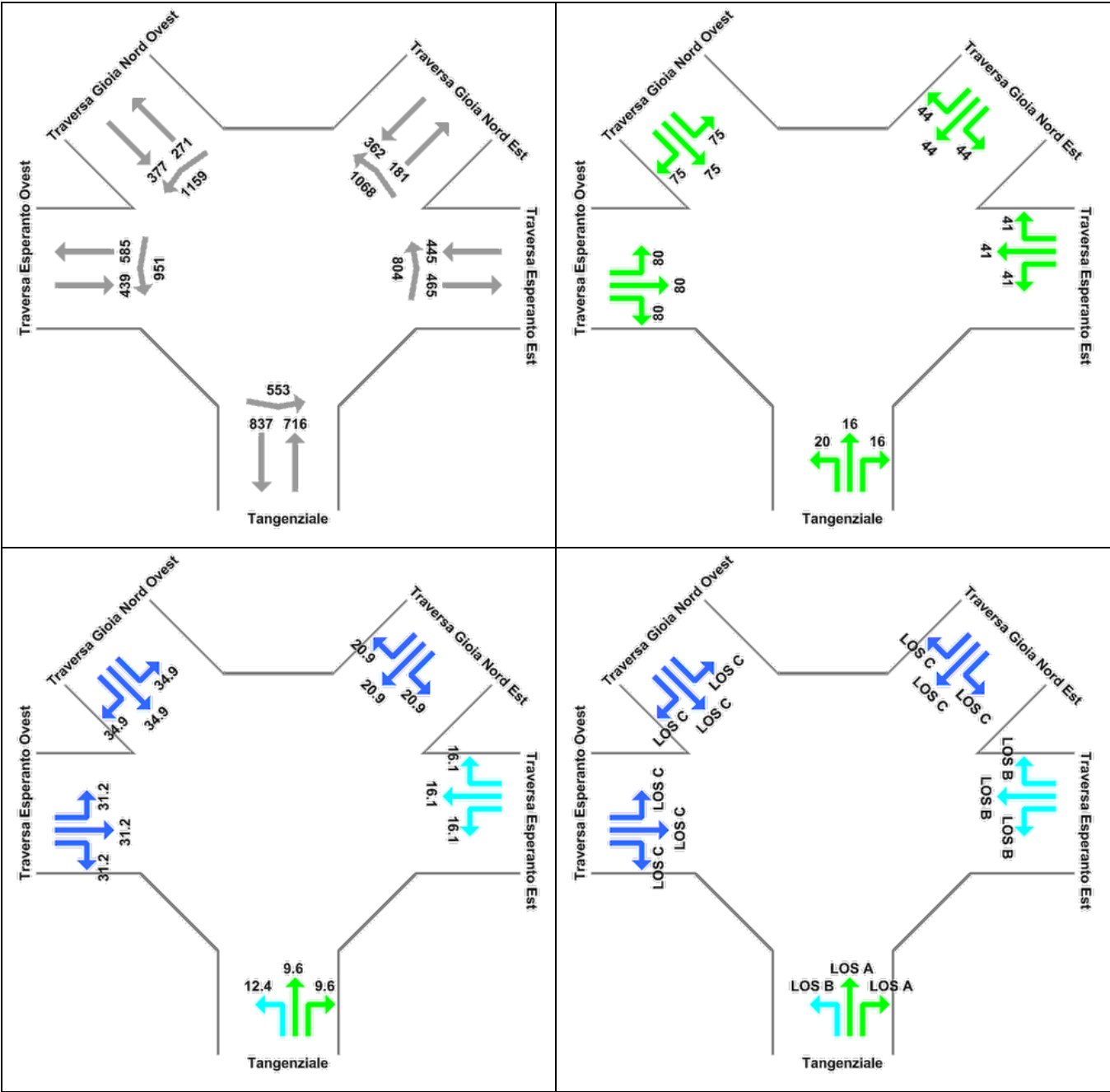


Figura 5-7: Flussi sul nodo(veic/h), Lunghezza max della coda(m), Ritardo Medio (sec), LoS per il Nodo Svincolo Vigasio Nord – Rotatoria Centrale

5.4.3 Intersezione Semaforizzata Via Gioia – 2a Traversa

L'intersezione allo stato attuale è regolato da semplice diritto di precedenza, mentre nello stato di progetto viene riqualificato in intersezione semaforizzata con ampliamento della zona di intersezione e la creazione di corsie specializzate per tutte le manovre.

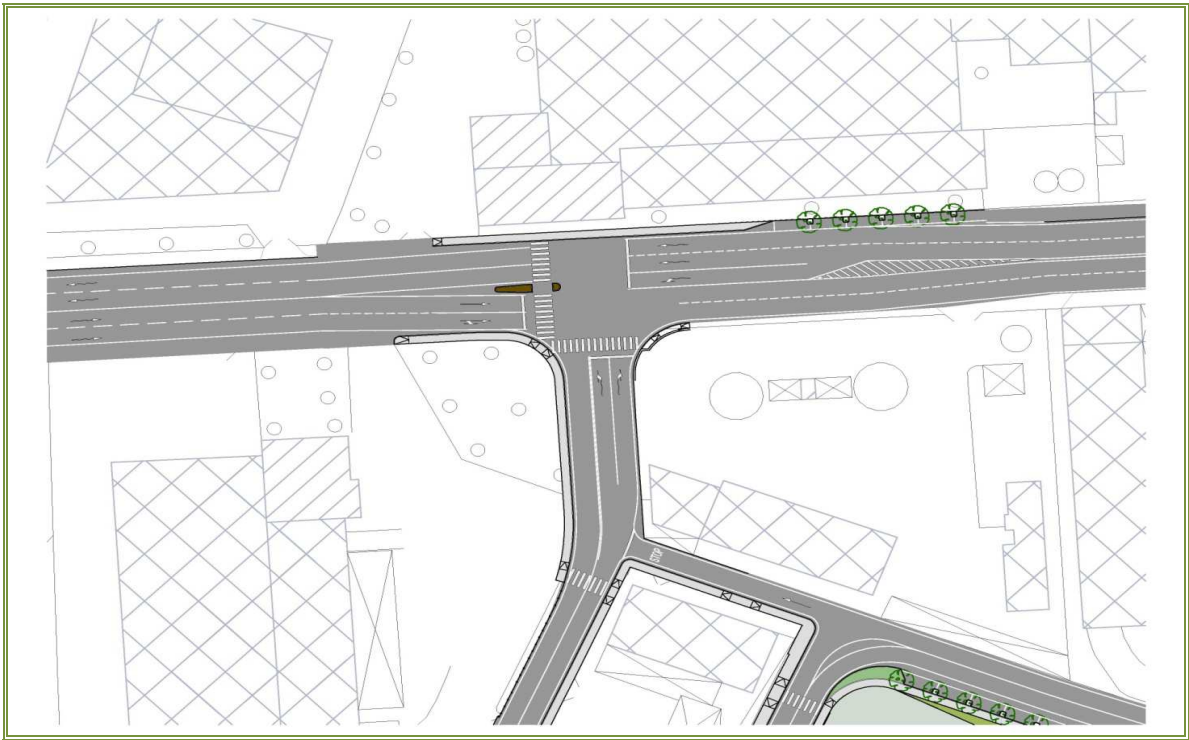


Figura 5-8: Planimetria Svincolo Vigasio Nord Nodo Via Gioia – 2a Traversa

L'impianto semaforico è a due fasi con un **tempo di ciclo di 65 sec**; la fasatura, riportata anche in Figura 5-9, è la seguente:

1. Via Gioia: da 1 a 18 sec con 3 di giallo e 1 di tutto rosso (con un prolungamento di fase di 6 sec di verde con 3 di giallo e 1 di tutto rosso per la svolta a sinistra dalla principale)
2. Traversa: da 31 a 56 sec con 3 di giallo e 1 di tutto rosso

dove in figura G=Green è il tempo di verde mentre I=Intergreen e corrisponde alla somma del tempo di giallo e di tutto rosso e C=Cycle è il tempo totale di ciclo

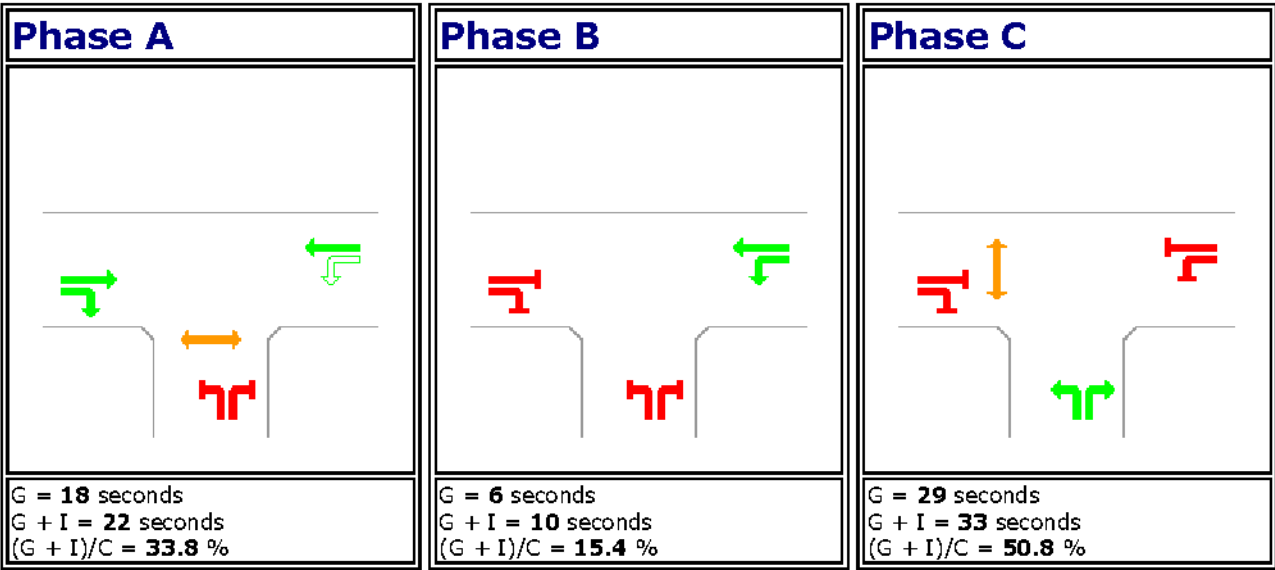


Figura 5-9: Fasatura IS Nodo Via Gioia - Svincolo Vigasio Nord

Di seguito in Tabella 5-11 si riporta la Matrice OD dell'intersezione relativa all'ora di punta del Venerdì sera (17,00 – 18,00) espressa in termini di veicoli totali (leggeri + pesanti).

OD	Via Flavio Gioia lato Est	Via Flavio Gioia lato Ovest	Traversa di via Flavio Gioia	TOT
Via Flavio Gioia lato Est	0	527	273	800
Via Flavio Gioia lato Ovest	182	0	185	367
Traversa di via Flavio Gioia	281	456	0	737
TOT	463	983	458	1904

Tabella 5-11: Matrice OD Venerdì OdP 17,00 – 18,00

Le verifiche condotte con **aaSidra**, che a sua volta segue comunque la metodologia dell'**HCM 2000**, restituiscono i seguenti risultati in termini di **Lunghezza massima della Coda (m)**, **Ritardo Medio (sec per veicolo)** e **Livello di Servizio (Level of Service, LoS)**.

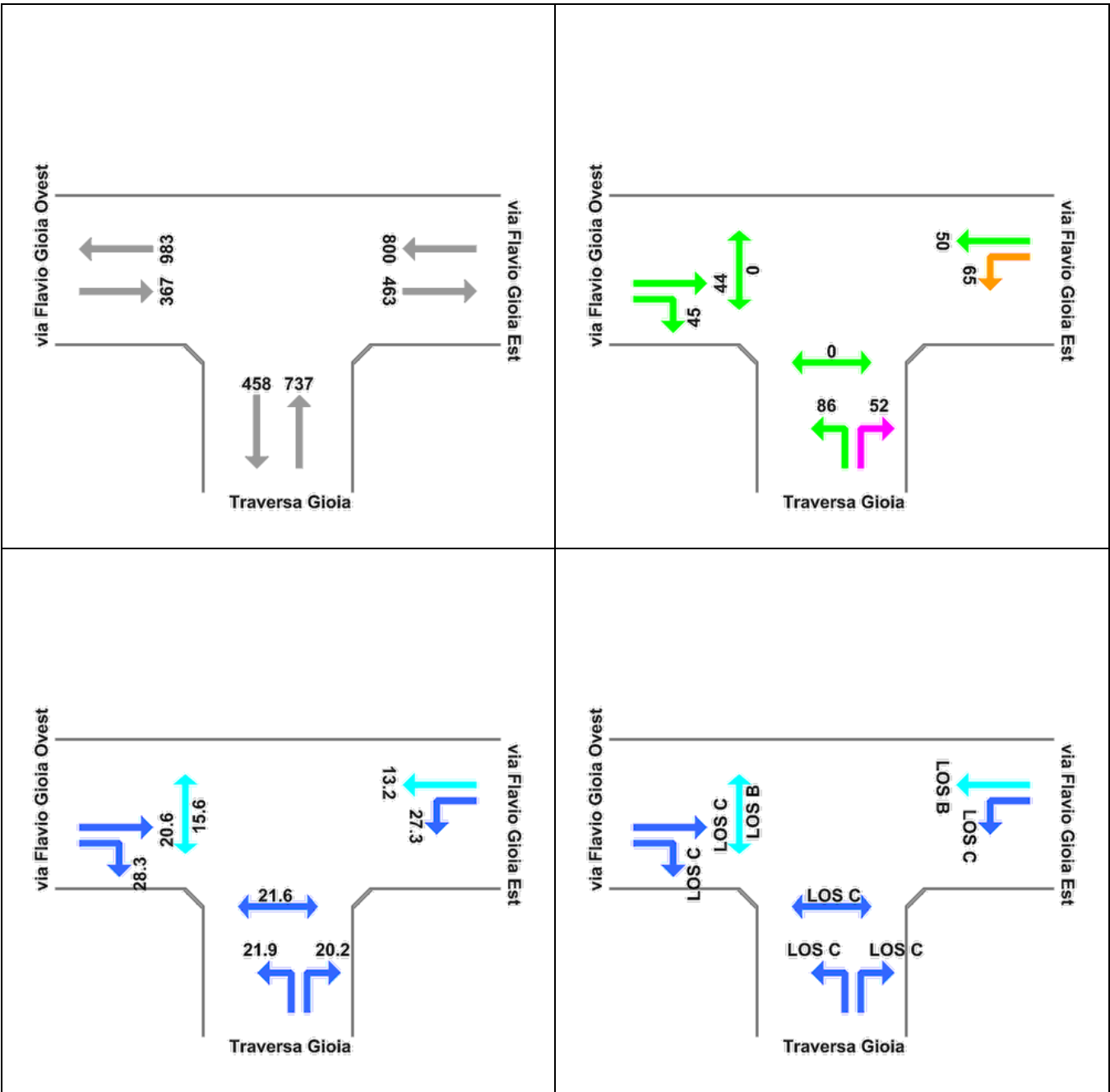


Figura 5-10: Flussi sul nodo(veh/h), Lunghezza massima della coda(m), Ritardo Medio (sec), LoS per il Nodo Vigasio Nord Intersezione Via Gioia – 2a Traversa

Come indicato nella Figura 5-10, le prestazioni dell'intersezione sono molto soddisfacenti presentando un **LoS = B – C** elevato; la manovra più caricata risulta essere la svolta a destra da via Flavio Gioia lato Ovest con **LoS = C**, un **ritardo medio per veicolo** di **28,3 sec** e una **lunghezza massima della coda** di **45m**

5.4.4 Intersezione Via Esperanto – 2° Traversa via Esperanto

L'intersezione allo stato di progetto si configura come un'intersezione a T regolata da segnale di stop; non sono permesse le svolte a sinistra né dalla secondaria né dalla principale (Figura 5-11)

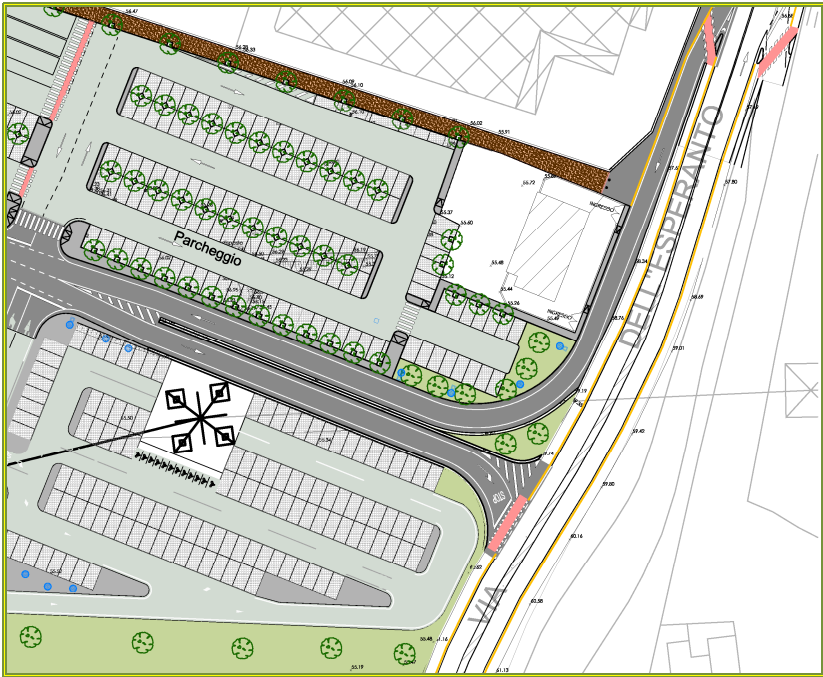


Figura 5-11: Planimetria Intersezione via Esperanto – Uscita Est dal Comparto

Di seguito in Tabella 5-12 si riporta la Matrice OD dell'intersezione relativa all'ora di punta del Venerdì sera (17,00 – 18,00) espressa in termini di veicoli totali (leggeri + pesanti)

OD	2° Traversa	Via Vigasio Sud	Via Vigasio Nord	TOT
2° Traversa	0	409	0	409
Via Vigasio Sud	0	0	1265	1265
Via Vigasio Nord	380	836	0	1216
TOT	380	1245	1265	2890

Tabella 5-12: Matrice OD Venerdì OdP 17,00 – 18,00

Le verifiche condotte con aaSidra, che segue la metodologia dell'HCM 2000, restituiscono i seguenti risultati in termini di **Lunghezza massima della Coda (m)**, **Ritardo Medio (sec per veicolo)** e **Livello di Servizio (Level of Service, LoS)**.

Come indicato nella Figura 5-12, le prestazioni dell'intersezione sono molto soddisfacenti presentando livelli di servizio **LoS = A** elevato per la principale e **LoS = C** per la secondaria; la manovra più caricata risulta essere la svolta a destra da 2da traversa Esperanto con **LoS = C**, un **ritardo medio per veicolo di 24,3 sec / veicolo** e una **lunghezza massima della coda di 51m**

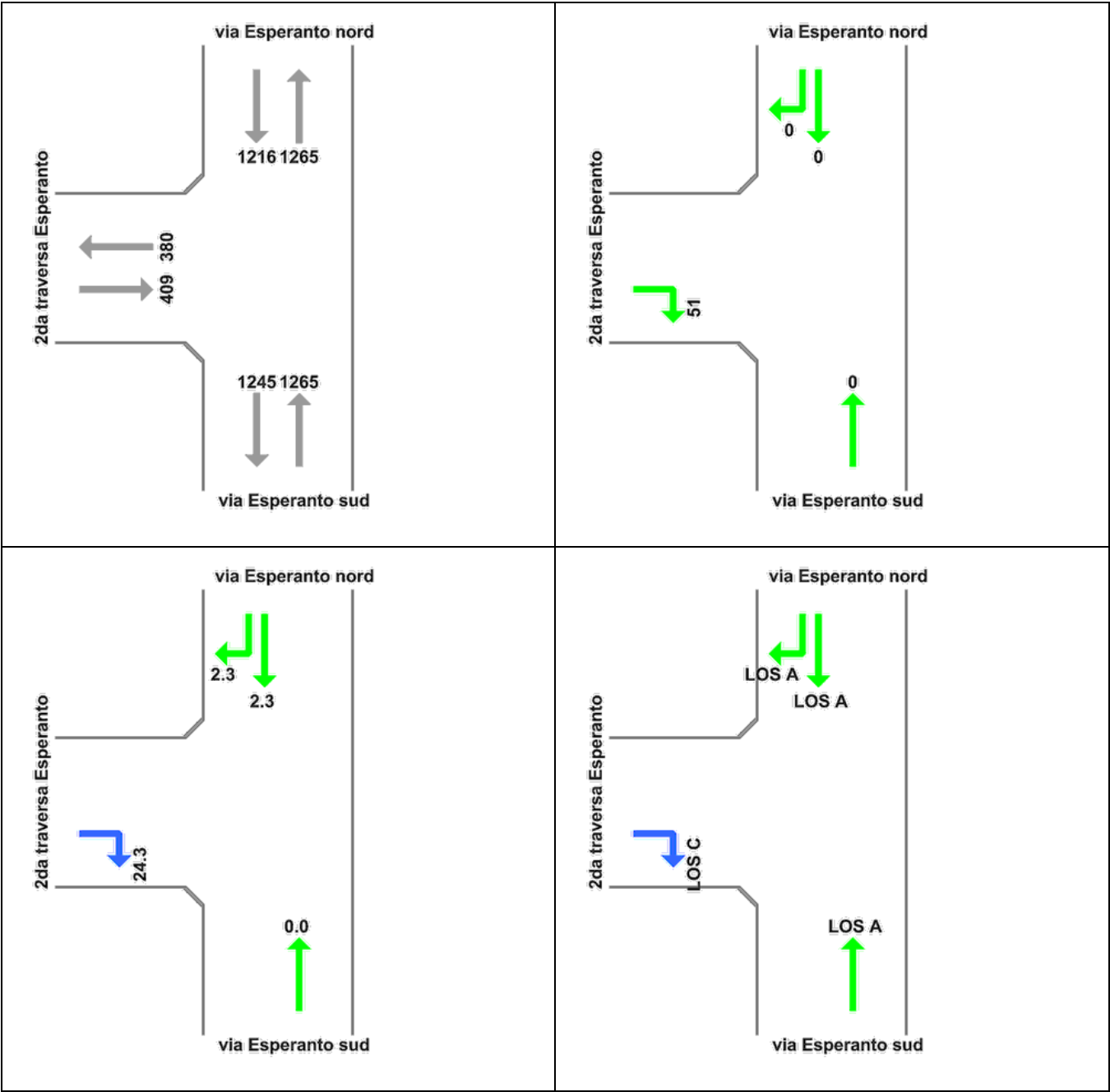


Figura 5-12: Flussi sul nodo(veic/h), Lunghezza massima della coda(m), Ritardo Medio (sec), LoS per il Nodo Via Esperanto – Uscita Est dal Comparto