

**DIREZIONE OPERE PUBBLICHE**

<b>Città Metropolitana di TORINO</b>		<b>COMUNE DI PINO TORINESE</b>	
LIVELLO PROGETTUALE		<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	
CUP <b>F21B08000270002</b>	TITOLO INTERVENTO <b>ADEGUAMENTO FUNZIONALE TRATTO PINO TORINESE (GALLERIA) - CONFINE PROVINCIALE - II LOTTO</b>		
CODICE OPERA <b>020TO09</b>			
Elaborato n. <b>16</b>	TITOLO ELABORATO <b>RELAZIONE SULL'ANALISI DELLA CAPACITA' DEL SISTEMA DELLE ROTATORIE</b>		
DATA <b>OTTOBRE 2021</b>	SCALA <b>—</b>	AREA PROGETTUALE <b>GENERALE</b>	
FORMATO ELABORATO	CODICE GENERALE ELABORATO <b>020TO09 0 0 E GE 00 CB 016 0</b>		
NOME FILE			
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	
00	Ottobre 2021	Prima redazione Progetto Esecutivo	
RTP PROGETTAZIONE		TIMBRI - FIRME  Responsabile del progetto: Dott. Ing. Gianluca Noascono Responsabile dell'elaborato: Dott. Ing. Filippo Ferrari	
RTI ESECUZIONE		TIMBRI - FIRME  Direttore Tecnico: .....	
ORGANISMO DI CONTROLLO		S.C.R. PIEMONTE S.p.A.	
Responsabile di Commessa: .....		Responsabile del Procedimento: Dott. Ing. Michele Niviera	

Maggio 2020

REV. 01

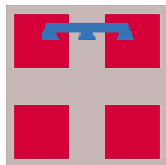
# Relazione sull'analisi della capacità del sistema delle rotatorie



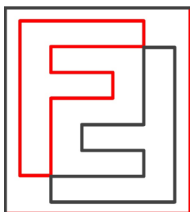
Comune di Pino T.se



Città Metropolitana  
di Torino



Regione Piemonte



Dott. Ing. Filippo Ferrari.

**Valutazione trasportistica  
legata alla realizzazione  
di una doppia rotatoria  
di raccordo tra la SR10 e via Folis  
nel Comune di Pino Torinese**



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
1304 Dott. Ing. Filippo Ferrari



# INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OBIETTIVO DELLO STUDIO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>LA METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE PRESTAZIONALI DI ARTERIE ED INTERSEZIONI.....</b>	<b>6</b>
3.1	GLI STRUMENTI DI ANALISI ADOTTATI.....	10
3.2	METODOLOGIE DI CALCOLO CONVENZIONALI.....	11
3.2.1	<i>Le strade extra-urbane a una corsia per senso di marcia.....</i>	<i>11</i>
3.2.2	<i>Le strade extra-urbane a due o più corsie per senso di marcia .....</i>	<i>14</i>
3.2.3	<i>Le strade urbane.....</i>	<i>15</i>
3.2.4	<i>Le intersezioni semplici.....</i>	<i>16</i>
3.3	MODELLI DI MICRO-SIMULAZIONE STATICA DELLE INTERSEZIONI .....	17
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>GLI SCENARI DI ANALISI CONSIDERATI.....</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>DEFINIZIONE DEL TRAFFICO ATTUALE .....</b>	<b>24</b>
6.1	DATI DI TRAFFICO RELATIVI ALLA SR10.....	24
6.1.1	<i>Tabelle fornite dalla Città Metropolitana .....</i>	<i>24</i>
6.1.2	<i>Correzioni apportate .....</i>	<i>26</i>
6.1.3	<i>Definizione dell'ora di punta mattutina e pomeridiana .....</i>	<i>28</i>
6.2	DATI DI TRAFFICO RELATIVI A VIA FOLIS.....	31
<b>7</b>	<b>INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PREVISTI.....</b>	<b>33</b>
7.1	PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOMETRICHE .....	36
<b>8</b>	<b>METODOLOGIA “WHAT IF”; FLUSSI E SVOLTE IPOTIZZATE.....</b>	<b>38</b>



---

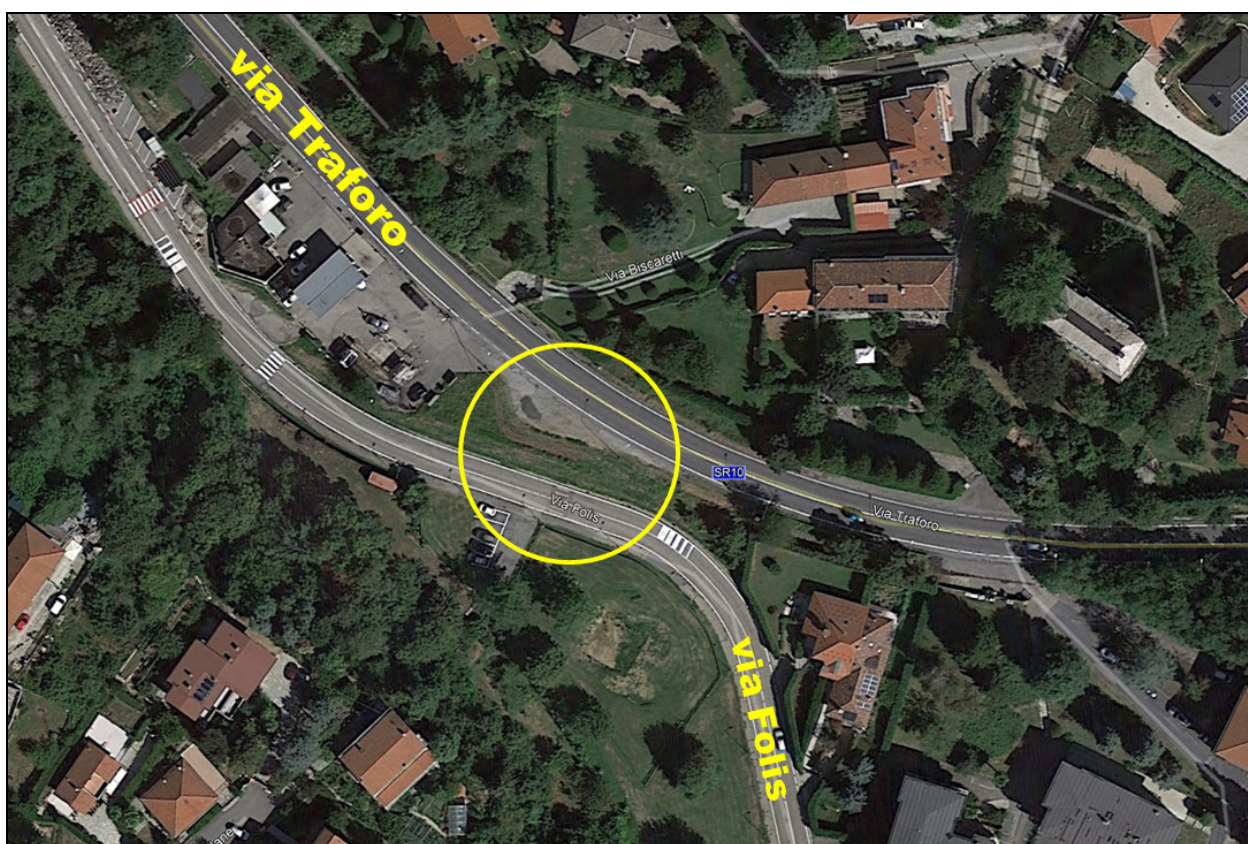
<b>9</b>	<b>SCENARIO “WHAT IF”: VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI ASSI E NODI .....</b>	<b>41</b>
9.1	LA VERIFICA PRESTAZIONALE DELLE ARTERIE.....	41
9.2	LA VERIFICA PRESTAZIONALE DELLA DOPPIA ROTATORIA .....	45
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>52</b>



## 1 PREMESSA

Il presente studio è teso a valutare il corretto funzionamento e le caratteristiche prestazionali della doppia rotatoria in progetto lungo la SR10, nel territorio comunale di Pino Torinese, lungo via Traforo, infrastruttura che consentirà lo scambio di flussi veicolari con via Folis, di fatto andando a sgravare svariate intersezioni dalle quote veicolari che soprattutto nelle fasce orarie di punta del mattino e del tardo pomeriggio operano i propri spostamenti verso il capoluogo.

*Figura 1 – Area oggetto di intervento*



In particolare, stante l'attuale complessa situazione legata al COVID-19, non è stato possibile procedere direttamente a dei rilevamenti di traffico<sup>1</sup> nell'area oggetto di intervento e tesi a definire gli attuali flussi veicolari interessanti le arterie: partendo quindi dai dati di traffico disponibili verranno condotte delle simulazioni, attraverso

---

<sup>1</sup> Il Comune di Pino Torinese non ha purtroppo potuto fornire i dati di traffico in tempo utile, per le limitazioni conseguenti alla pandemia, fattore che ha reso di fatto impossibile procedere ad un monitoraggio di traffico che fosse rappresentativo.



appositi software, per definire i principali parametri prestazionali che l'intervento in progetto potrà garantire.

I criteri di verifica funzionale in questa sede adottati si basano essenzialmente sull'analisi di una situazione "limite" derivante dall'applicazione della metodologia "**what if**" (letteralmente, "cosa succederebbe se"); il corretto funzionamento dei diversi elementi costituenti la rete in tali condizioni (scenari futuri altamente, se non assolutamente, improbabili) comporta ed assicura, di riflesso, il corretto funzionamento della rete in condizioni ordinarie.



## 2 OBIETTIVO DELLO STUDIO

Obiettivo delle presenti valutazioni trasportistiche è verificare la bontà dell'intervento in progetto, mediante l'analisi delle caratteristiche prestazionali di quest'ultimo, in un ipotetico scenario futuro caratterizzato da flussi veicolari altamente sovrastimati rispetto a quelli attualmente presenti lungo le arterie che andranno a confluire su tale infrastruttura.

Per perseguire tale scopo si procederà alla:

- definizione dell'area di studio attraverso l'identificazione di una porzione di rete di riferimento in funzione delle direttrici di traffico individuate;
- descrizione dei flussi veicolari che impegnano attualmente la viabilità di specifico interesse e la determinazione della domanda di trasporto attuale (stato di fatto – SDF);
- analisi e valutazioni di ordine generale.

Giova sottolineare come l'introduzione della doppia rotatoria permetterà di:

- migliorare le connessioni tra i diversi livelli gerarchici della rete viaria;
- assicurare migliori condizioni di deflusso veicolare;
- aumentare la sicurezza per i diversi utenti della strada;
- riorganizzare le intersezioni a raso dei tratti interessati;
- migliorare la sicurezza nelle manovre di svolta conflittuali.



### 3 LA METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE PRESTAZIONALI DI ARTERIE ED INTERSEZIONI

La normativa di riferimento convenzionalmente utilizzata nelle valutazioni prestazionali delle infrastrutture viarie e dei relativi flussi di traffico si basa principalmente sui concetti contenuti nel noto manuale americano *“Highway Capacity Manual”*<sup>2</sup>.

Nel presente studio si procederà quindi ad effettuare una serie di verifiche sulla doppia rotatoria in progetto e sulle arterie a questa afferenti.

Tali verifiche sono atte a valutare il livello prestazionale della rete attraverso una serie di parametri, tra cui:

- il Livello di Servizio (LoS) delle strade e delle intersezioni;
- la lunghezza media delle code;
- i tempi medi di ritardo;
- la qualità del servizio;

Il Livello di Servizio, che può essere calcolato sia per una tratta stradale che per una qualsiasi intersezione (normale, semaforizzata, a rotatoria), è una misura qualitativa che descrive le condizioni operative del flusso su un tronco stradale al variare della portata. Le condizioni operative di un flusso sono definite attraverso un vettore pluridimensionale le cui componenti, non sempre suscettibili di rappresentazione scalare, sono:

- la tipologia di arco stradale o di intersezione;
- la geometria della strada;
- la velocità media;
- la libertà di manovra, come la possibilità di marciare alla velocità desiderata;
- le interruzioni del flusso, ad esempio numero e durata dei perditempo;
- la sicurezza;
- il comfort;
- l'economicità, per esempio il costo di esercizio del veicolo.


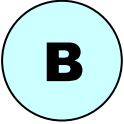
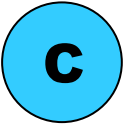
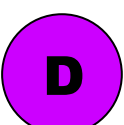


L'espressione del Livello di Servizio attraverso una grandezza così complessa pone rilevanti problemi sia nel sintetizzare e quantificare tale parametro con un'unica misura

---

<sup>2</sup> *Highway Capacity Manual 2000*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C., USA, 2000.

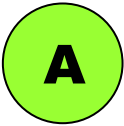
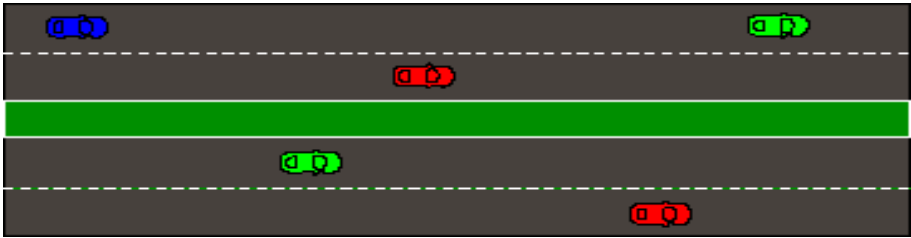
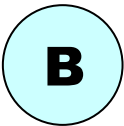
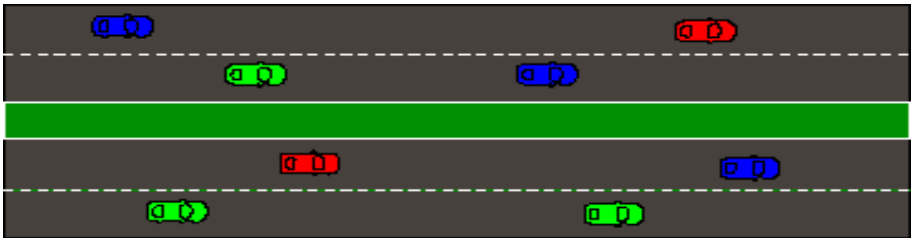
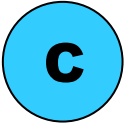
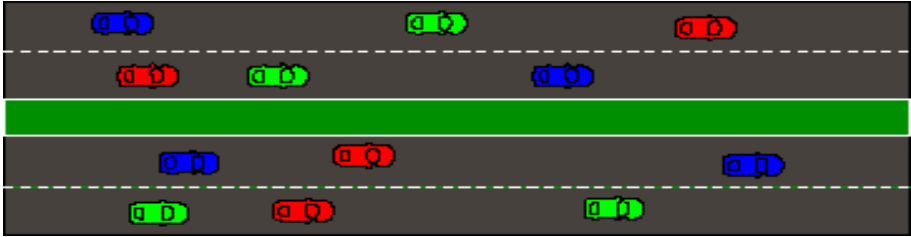
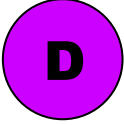
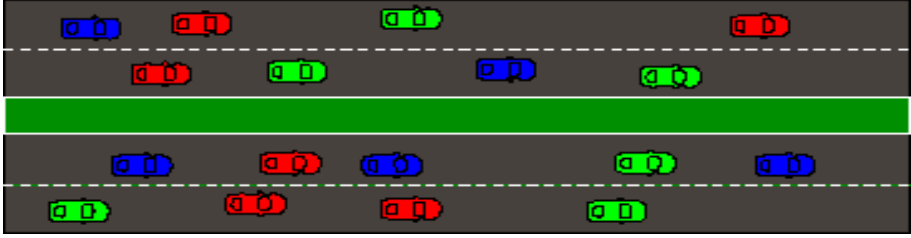

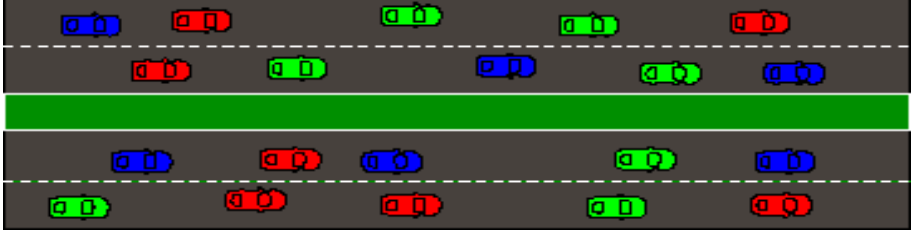

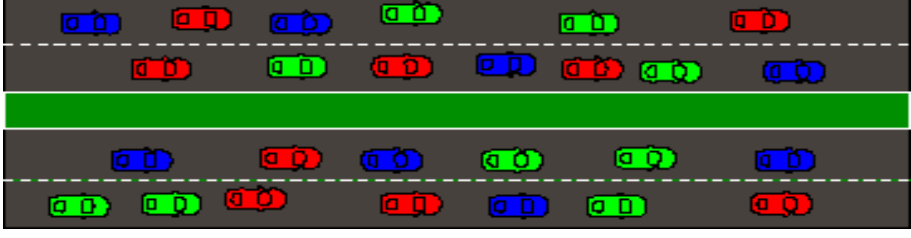


scalare, sia nel precisare la legge di variabilità con la portata. L'*Highway Capacity Manual* individua dei livelli di servizio, distinti da sei lettere, da A ad F, in ordine decrescente di qualità di condizioni di deflusso, delimitati da particolari valori dei parametri velocità, percentuale del tempo trascorsa in plotoni, tempo di ritardo, densità e rapporto flusso di traffico/capacità della sezione stradale, nonché dall'andamento delle code nelle intersezioni. In generale le condizioni di marcia dei veicoli ai vari livelli di servizio sono definibili come segue:

-  gli utenti non subiscono interferenze alla propria marcia, hanno elevate possibilità di scelta delle velocità desiderate (flusso libero); il comfort per l'utente è elevato;
-  la densità di traffico è più alta rispetto a quella del livello A e gli utenti subiscono lievi condizionamenti alle libertà di manovra ed al mantenimento delle velocità desiderate; il comfort è discreto;
-  le libertà di marcia dei singoli veicoli sono significativamente influenzate dalle mutue interferenze che limitano la scelta delle velocità e le manovre all'interno della corrente veicolare; il comfort è medio;
-  è caratterizzato da alte densità di traffico ma ancora da stabilità di deflusso; la velocità e la libertà di manovra sono condizionate in modo sensibile; ulteriori incrementi di domanda possono creare limitati problemi di regolarità di marcia; il comfort è medio-basso;
-  rappresenta condizioni di deflusso veicolare che hanno come limite inferiore il valore della capacità della strada; le velocità medie dei veicoli sono modeste (circa la metà di quelle del livello A) e pressoché uniformi; vi è ridotta possibilità di manovra entro la corrente; incrementi di domanda o disturbi alla circolazione sono riassorbiti con difficoltà dalla corrente di traffico; il comfort per l'utente è basso;
-  tale condizione si verifica allorché la domanda di traffico supera la capacità di smaltimento della sezione stradale utile, per cui si hanno condizioni di flusso forzato con code di lunghezza crescente, velocità di deflusso molto basse, possibili arresti del moto; il flusso veicolare è critico.

Nella successiva tabella le condizioni di marcia dei veicoli ai vari livelli di servizio sopra definite trovano, per maggiore ed immediata comprensibilità, una semplice trasposizione in forma grafica.



Il Livello di Servizio è rappresentativo delle condizioni di deflusso che mediamente assume una tratta stradale in determinate condizioni di traffico; a seconda della tipologia di arteria che si sta analizzando, il LoS viene calcolato sulla base del rapporto





flusso/capacità, sulla velocità media, sui tempi di ritardo, sul tempo trascorso in coda, sulla lunghezza della coda o su una combinazione di tali fattori.

Il calcolo, ad esempio, del LoS medio prevalente su una strada di tipo extraurbano, ad una corsia per senso di marcia, con funzione di viabilità primaria, in cui gli utenti si aspettano buone condizioni di deflusso, deriva dalla combinazione di due fattori:

- la percentuale di tempo trascorso in condizioni di marcia a plotoni (percent time-spent-following);
- la velocità media di viaggio (average travel speed).

Il Livello di Servizio è pertanto un indicatore sintetico che fornisce una valutazione di massima sulle condizioni di deflusso di una strada; esso è stato storicamente individuato e definito per valutare tratte stradali di determinate ben specifiche caratteristiche (ambito extraurbano, sezione omogenea, lunghezza adeguata, nessun elemento di disturbo alla circolazione, nessuna intersezione, ecc.).

Particolare importanza riveste l'ambito territoriale che caratterizza la strada; esso non può essere soltanto differenziato in urbano/extraurbano, ma deve essere maggiormente articolato, per prendere in considerazione i molteplici casi reali, in cui il comportamento dei conducenti è condizionato dall'ambiente esterno e dalle caratteristiche funzionali della strada che stanno percorrendo. Nella valutazione di detti parametri occorre poi, di volta in volta, valutare la positività e la negatività dei risultati, che spesso ad una prima analisi può non risultare intuitiva e scontata. A titolo di esempio si pone il caso della velocità di percorrenza di una tratta stradale: in determinate circostanze, la riduzione della velocità media, se non eccessiva, può risultare favorevole nei confronti della sicurezza della circolazione e dell'armonica convivenza tra le diverse componenti del traffico (soprattutto nel rispetto delle utenze cosiddette "deboli"), pur potendo comportare un peggioramento del Livello di Servizio della strada.

Tali aspetti devono rientrare nella valutazione complessiva della soluzione progettuale viaria; sia in termini di circolazione, sia rispetto ai parametri ambientali, una valutazione più articolata può mettere in luce tutti gli aspetti che occorre valutare, fornendo gli elementi necessari per un bilancio delle esternalità utile alla definizione di una soluzione equilibrata e correttamente dimensionata con i termini del problema. Si pensi, a tal proposito, all'impatto che una soluzione che preveda infrastrutture stradali molto rilevanti può determinare in termini, ad esempio, di sicurezza della circolazione (è



evidente che una strada sovradimensionata può diventare, in determinati ambiti, un incentivo all'aumento eccessivo della velocità nelle ore di scarso traffico, che possono risultare anche più del 50% del totale) o di impatto ambientale (in termini di consumo del territorio, impatto visivo, ecc.) o di spreco di risorse che potrebbero essere meglio impiegate, ad esempio, per l'aumento della sicurezza e la conseguente diminuzione di incidenti stradali.

### **3.1 GLI STRUMENTI DI ANALISI ADOTTATI**

Una attenta valutazione dei parametri prestazionali di una rete viaria richiede un armonico utilizzo di più strumenti. Il presente studio ha visto condurre, in particolare, le verifiche di seguito illustrate:

- Verifiche di tipo convenzionale, condotte sulle sezioni stradali di specifico interesse, basate sul calcolo del Livello di Servizio, della capacità e del rapporto flusso/capacità, parametri prestazionali calcolati secondo le formule dell'*Highway Capacity Manual*, sulla base del traffico atteso in virtù degli interventi in progetto;
- Verifiche con strumenti di micro-simulazione statica, condotte sulle intersezioni di servizio al comparto e di specifico interesse. Tali strumenti constano in modelli teorici e basati sull'osservazione reale dei fenomeni dinamici di deflusso, che consentono di verificare con maggiore dettaglio ed attendibilità singole intersezioni regolate da regimi di precedenza, semafori o rotatorie, fornendo non solo i livelli di servizio, ma altre indicazioni utili quali la lunghezza delle code. Le verifiche condotte nel presente documento sono state effettuate attraverso il programma di calcolo e simulazione SIDRA 8.0 (si veda il successivo paragrafo 3.3).

L'articolazione sopra descritta e le considerazioni riportate risultano presenti anche nel già citato manuale americano; gli strumenti di micro-simulazione sono indicati come valide alternative al calcolo teorico convenzionale in tutti quei casi in cui la geometria e la complessità della rete richiedono un dettaglio maggiore.

Pertanto, nella presente valutazione, sono stati seguiti i seguenti criteri di valutazione:

- sulle sezioni stradali di adduzione al nodo oggetto di analisi sono state condotte verifiche convenzionali che hanno fornito i seguenti indicatori:
  - il flusso orario;
  - il Livello di Servizio della strada;



- il rapporto flusso / capacità della strada.
- sulla doppia rotatoria oggetto di futura realizzazione sono state condotte verifiche con strumenti di micro-simulazione statica che hanno fornito i seguenti indicatori:
  - i flussi di manovra;
  - il Livello di Servizio dell'intersezione;
  - la lunghezza media delle code sui singoli rami.

I criteri di verifica funzionale in questa sede adottati si basano essenzialmente sull'analisi di una situazione "limite" derivante dall'applicazione della metodologia "what if"; il corretto funzionamento dei diversi elementi costituenti la rete in tali condizioni comporta ed assicura, di riflesso, il corretto funzionamento della rete in condizioni ordinarie.

### **3.2 METODOLOGIE DI CALCOLO CONVENZIONALI**

#### **3.2.1 Le strade extra-urbane a una corsia per senso di marcia**

Nel caso delle strade in ambito extra-urbano ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia la tipologia considerata dell'*Highway Capacity Manual* è indicata come "two lane highways", ripartita secondo due classi (HCM, cap. 12, pag. 12):

- classe I, sono quelle strade lungo le quali i conducenti si aspettano di viaggiare a velocità relativamente elevate; tali strade costituiscono i collegamenti più importanti tra le città, connettono i maggiori generatori di traffico, sono usate generalmente dai pendolari o rappresentano i collegamenti principali con la rete stradale primaria;
- classe II, sono quelle strade sulle quali i conducenti non si aspettano di viaggiare a velocità elevate; generalmente hanno la funzione di strade di accesso alle strade di classe I e quindi costituiscono le parti iniziali e finali degli spostamenti.

La capacità di questo tipo di strada è valutata in complessivi 3200 veicoli/ora in entrambe le direzioni, ovvero 1700 veicoli/ora se si considera una sola direzione di marcia (HCM, cap. 20, pag. 3). Ai fini della presente valutazione di impatto le strade considerate sono state classificate di classe II.

I parametri prestazionali che descrivono il livello di servizio per questo tipo di strade sono due: la velocità media di viaggio ("*average travel speed*") e la percentuale di



tempo trascorsa in condizioni di marcia a plotoni (non a flusso libero) (*“percent time-spent-following”*). La velocità media di viaggio rappresenta la velocità media di tutti i veicoli che percorrono il tratto di strada considerato in entrambe le direzioni in un dato intervallo di tempo (somma degli spazi percorsi diviso la somma dei tempi impiegati a percorrerli dai veicoli considerati), mentre la percentuale di tempo trascorsa in condizioni di marcia a plotoni rappresenta la percentuale media del tempo di viaggio in cui i veicoli devono viaggiare accodati ad altri veicoli per l'impossibilità di effettuare il sorpasso. Una volta calcolati tali parametri, il livello di servizio viene determinato con riferimento alla tabella ed alla figura seguenti.

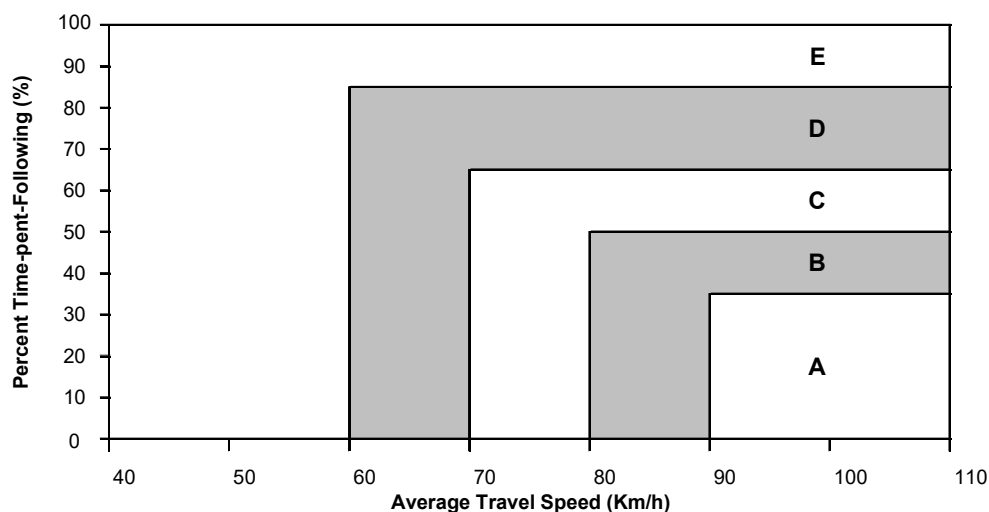
**EXHIBIT 20-2. LOS CRITERIA FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I**

LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (Km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35-50	> 80-90
C	> 50-65	> 70-80
D	> 65-80	> 60-70
E	> 80	≤ 60

Note

LOS F applies whenever the flow rate exceeds the segment capacity

**EXHIBIT 20-3. LOS CRITERIA (GRAPHICAL) FOR TWO-LANE HIGHWAYS IN CLASS I**



Il metodo di calcolo è illustrato nel capitolo 20 del manuale HCM, alle pagine 3-12, e può essere effettuato considerando la somma delle due direzioni oppure valutando separatamente le due direzioni di marcia.

Nel seguito è riprodotto un foglio di calcolo che riporta la metodologia di calcolo originale dell'HCM 2000 utilizzato per l'analisi di un flusso nelle due direzioni.



TWO-WAY TWO-LANE HIGHWAY SEGMENT WORKSHEET			
General Information		Site Information	
Analyst	<u>M.E.</u>	Highway	<u>State Highway 34</u>
Agency or Company	<u>CFI</u>	From/To	<u>US 24/Creek Rd.</u>
Date Performed	<u>5/20/99</u>	Jurisdiction	
Analysis Time Period		Analysis Year	<u>1999</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Operational (LOS)	<input type="checkbox"/> Design ( $v_p$ )	<input type="checkbox"/> Planning (LOS)	<input type="checkbox"/> Planning ( $v_p$ )
<b>Input Data</b>			
<p style="text-align: center;">Shoulder width <u>0.6</u> m Lane width <u>3.0</u> m Lane width <u>3.0</u> m Shoulder width <u>0.6</u> m Segment length, <math>L_1</math> <u>10</u> km</p>		<p style="text-align: center;">Show North Arrow</p>	
		<input type="checkbox"/> Class I highway <input checked="" type="checkbox"/> Class II highway Terrain <input type="checkbox"/> Level <input checked="" type="checkbox"/> Rolling Two-way hourly volume <u>1,050</u> veh/h Directional split <u>70</u> / <u>30</u> Peak-hour factor, PHF <u>0.85</u> % Trucks and buses, $P_T$ <u>5</u> % % Recreational vehicles, $P_R$ <u>7</u> % % No-passing zone <u>60</u> % Access points/km <u>6</u> /km	
<b>Average Travel Speed</b>			
Grade adjustment factor, $f_G$ (Exhibit 20-7)		<u>0.99</u>	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-9)		<u>1.5</u>	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-9)		<u>1.1</u>	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{HV}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$		<u>0.969</u>	
Two-way flow rate, <sup>1</sup> $v_p$ (pc/h) $v_p = \frac{V}{PHF \cdot f_G \cdot f_{HV}}$		<u>1,288</u>	
$v_p$ * highest directional split proportion <sup>2</sup> (pc/h)		<u>902</u>	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field measured speed, $S_{FM}$	<u>                    </u> km/h	Base free-flow speed, BFFS	<u>90</u> km/h
Observed volume, $V_f$	<u>                    </u> veh/h	Adj. for lane width and shoulder width, $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	<u>5.9</u> km/h
Free-flow speed, FFS	<u>                    </u> km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	<u>4.0</u> km/h
FFS = $S_{FM} + 0.0125 \left( \frac{V_f}{f_{HV}} \right)$		Free-flow speed, FFS	<u>80.1</u> km/h
		FFS = BFFS - $f_{LS}$ - $f_A$	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		<u>2.3</u>	
Average travel speed, ATS (km/h) $ATS = FFS - 0.0125v_p - f_{np}$		<u>61.7</u>	
<b>Percent Time-Spent-Following</b>			
Grade adjustment factor, $f_G$ (Exhibit 20-8)		<u>1.00</u>	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		<u>1.0</u>	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		<u>1.0</u>	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{HV}$ $f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$		<u>1.000</u>	
Two-way flow rate, <sup>1</sup> $v_p$ (pc/h) $v_p = \frac{V}{PHF \cdot f_G \cdot f_{HV}}$		<u>1,235</u>	
$v_p$ * highest directional split proportion <sup>2</sup> (pc/h)		<u>865</u>	
Base percent time-spent-following, BPTSF (%) $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879v_p})$		<u>66.2</u>	
Adj. for directional distribution and no-passing zone, $f_{d/np}$ (%) (Exhibit 20-12)		<u>9.0</u>	
Percent time-spent-following, PTSF (%) $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		<u>75.2</u>	
<b>Level of Service and Other Performance Measures</b>			
Level of service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		<u>D</u>	
Volume to capacity ratio, $v/c$ $v/c = \frac{v_p}{3,200}$		<u>0.40</u>	
Peak 15-min vehicle-kilometers of travel, $V_{kmT_{15}}$ (veh-km) $V_{kmT_{15}} = 0.25L_1 \left( \frac{V}{PHF} \right)$		<u>3,088</u>	
Peak-hour vehicle-kilometers of travel, $V_{kmT_{60}}$ (veh-km) $V_{kmT_{60}} = V \cdot L_1$		<u>10,500</u>	
Peak 15-min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = \frac{V_{kmT_{15}}}{ATS}$		<u>50.0</u>	
<b>Notes</b>			
1. If $v_p \geq 3,200$ pc/h, terminate analysis—the LOS is F.			
2. If highest directional split $v_p \geq 1,700$ pc/h, terminate analysis—the LOS is F.			

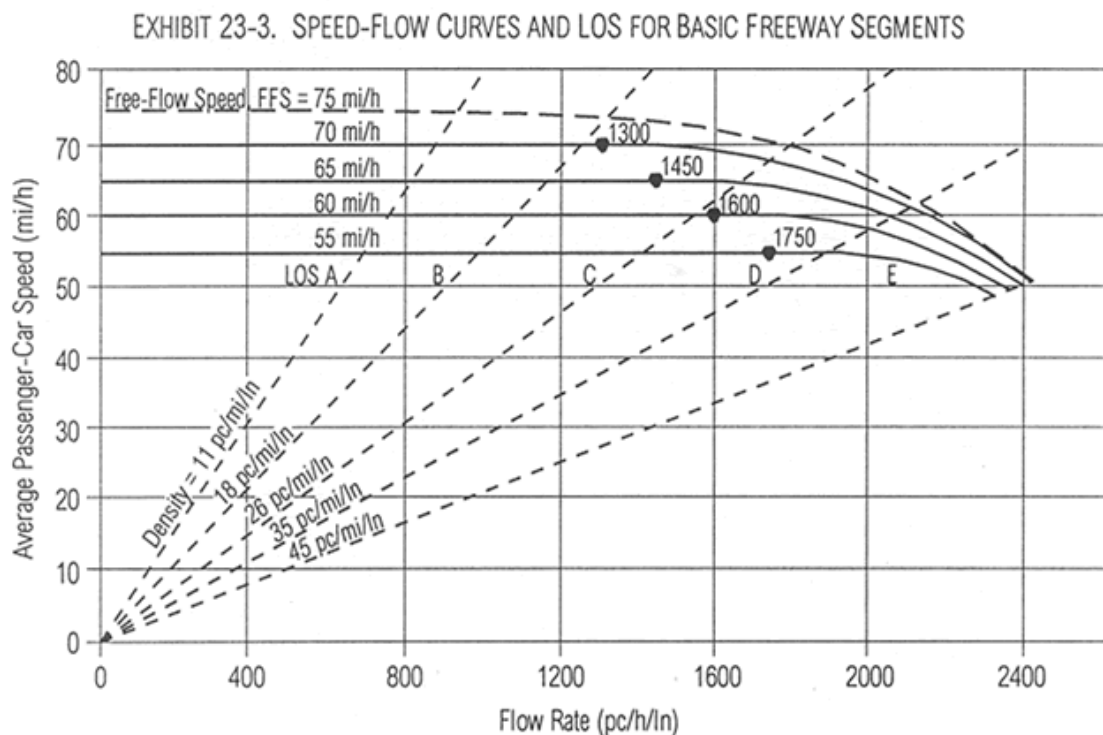


### 3.2.2 Le strade extra-urbane a due o più corsie per senso di marcia

Nel caso delle strade in ambito extra-urbano a due o più corsie per senso di marcia la tipologia considerata dell'*Highway Capacity Manual* è indicata come “*multilane highways*” (HCM, capitoli 12 e 21).

La capacità di questo tipo di strada varia da 2.200 veicoli/ora/corsia nel caso di velocità di flusso libero pari a 100 km/h, a 2.100 per velocità di 90 km/h, 2.000 per velocità di 80 km/h e 1.900 per velocità di 70 km/h (HCM, cap. 21, pag. 3).

I parametri prestazionali che descrivono il livello di servizio per questo tipo di strade sono tre: il flusso per corsia (“*flow rate*”), la velocità di flusso libero (“*free-flow speed*”) e la densità veicolare. Una volta calcolati tali parametri, il livello di servizio viene determinato con riferimento alla figura seguente:



Il metodo di calcolo è illustrato nel capitolo 21 del manuale HCM, alle pagine 1-11; nel seguito è riprodotto un foglio di calcolo che riporta la metodologia di calcolo originale dell'HCM 2000 utilizzata per l'analisi di una strada a due corsie per senso di marcia.





MULTILANE HIGHWAYS WORKSHEET																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Application</th> <th>Input</th> <th>Output</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operational (LOS)</td> <td>FFS, N, <math>v_p</math></td> <td>LOS, S, D</td> </tr> <tr> <td>Design (N)</td> <td>FFS, LOS, <math>v_p</math></td> <td>N, S, D</td> </tr> <tr> <td>Design (<math>v_p</math>)</td> <td>FFS, LOS, N</td> <td><math>v_p</math>, S, D</td> </tr> <tr> <td>Planning (LOS)</td> <td>FFS, N, AADT</td> <td>LOS, S, D</td> </tr> <tr> <td>Planning (N)</td> <td>FFS, LOS, AADT</td> <td>N, S, D</td> </tr> <tr> <td>Planning (<math>v_p</math>)</td> <td>FFS, LOS, N</td> <td><math>v_p</math>, S, D</td> </tr> </tbody> </table>		Application	Input	Output	Operational (LOS)	FFS, N, $v_p$	LOS, S, D	Design (N)	FFS, LOS, $v_p$	N, S, D	Design ( $v_p$ )	FFS, LOS, N	$v_p$ , S, D	Planning (LOS)	FFS, N, AADT	LOS, S, D	Planning (N)	FFS, LOS, AADT	N, S, D	Planning ( $v_p$ )	FFS, LOS, N	$v_p$ , S, D
Application	Input	Output																						
Operational (LOS)	FFS, N, $v_p$	LOS, S, D																						
Design (N)	FFS, LOS, $v_p$	N, S, D																						
Design ( $v_p$ )	FFS, LOS, N	$v_p$ , S, D																						
Planning (LOS)	FFS, N, AADT	LOS, S, D																						
Planning (N)	FFS, LOS, AADT	N, S, D																						
Planning ( $v_p$ )	FFS, LOS, N	$v_p$ , S, D																						
<b>General Information</b>		<b>Site Information</b>																						
Analyst: <u>JMYE</u>		Highway/Direction of Travel: <u>US 80 (East)</u>																						
Agency or Company: <u>EHI</u>		From/To: <u>MP 17 - MP 20</u>																						
Date Performed: <u>5/16/99</u>		Jurisdiction: <u>M. County</u>																						
Analysis Time Period: <u>AM</u>		Analysis Year: <u>1999</u>																						
<input checked="" type="checkbox"/> Operational (LOS) <input type="checkbox"/> Design (N) <input type="checkbox"/> Design ( $v_p$ ) <input type="checkbox"/> Planning (LOS) <input type="checkbox"/> Planning (N) <input type="checkbox"/> Planning ( $v_p$ )																								
<b>Flow Inputs</b>																								
Volume, V: <u>1,900</u> veh/h		Peak-hour factor, PHF: <u>0.90</u>																						
Annual avg. daily traffic, AADT: _____ veh/day		% Trucks and buses, $P_T$ : <u>13</u>																						
Peak-hour proportion of AADT, K: _____		% RVs, $P_R$ : <u>2</u>																						
Peak-hour direction proportion, D: _____		General terrain: <input checked="" type="checkbox"/> Level <input type="checkbox"/> Rolling <input type="checkbox"/> Mountainous																						
DDHV = AADT * K * D: _____ veh/h		Grade: _____ Length: _____ km Up/Down: _____ %																						
Driver type: <input checked="" type="checkbox"/> Commuter/Weekday <input type="checkbox"/> Recreational/Weekend		Number of lanes: <u>2</u>																						
<b>Calculate Flow Adjustments</b>																								
$f_p$ : <u>1.00</u>		$E_R$ : <u>1.2</u>																						
$E_T$ : <u>1.5</u>		$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$ : <u>0.935</u>																						
<b>Speed Inputs</b>		<b>Calculate Speed Adjustments and FFS</b>																						
Lane width, LW: <u>3.4</u> m		$f_{LW}$ : _____ km/h																						
Total lateral clearance, TLC: _____ m		$f_{LC}$ : _____ km/h																						
Access points, A: _____ A/km		$f_A$ : _____ km/h																						
Median type, M: <input checked="" type="checkbox"/> Undivided <input type="checkbox"/> Divided		$f_M$ : _____ km/h																						
FFS (measured): <u>74.0</u> km/h		FFS = BFFS - $f_{LW}$ - $f_{LC}$ - $f_A$ - $f_M$ : _____ km/h																						
Base free-flow Speed, BFFS: _____ km/h																								
<b>Operational, Planning (LOS); Design, Planning (<math>v_p</math>)</b>		<b>Design, Planning (N)</b>																						
Operational (LOS) or Planning (LOS)		Design (N) or Planning (N) 1st Iteration																						
$v_p = \frac{V \text{ or DDHV}}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$ : <u>1129</u> pc/h/ln		N: _____ assumed																						
S: <u>74.0</u> km/h		$v_p = \frac{V \text{ or DDHV}}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$ : _____ pc/h/ln																						
D = $v_p / S$ : <u>15.3</u> pc/km/ln		LOS: _____																						
LOS: <u>C</u>		Design (N) or Planning (N) 2nd Iteration																						
Design ( $v_p$ ) or Planning ( $v_p$ )		N: _____ assumed																						
LOS: _____		$v_p = \frac{V \text{ or DDHV}}{PHF * N * f_{HV} * f_p}$ : _____ pc/h/ln																						
$v_p$ : _____ pc/h/ln		LOS: _____																						
V = $v_p * PHF * N * f_{HV} * f_p$ : _____ veh/h		S: _____ km/h																						
S: _____ km/h		D = $v_p / S$ : _____ pc/km/ln																						
D = $v_p / S$ : _____ pc/km/ln																								
<b>Glossary</b>		<b>Factor Location</b>																						
N - Number of lanes	S - Speed	$E_T$ - Exhibit 21-8, 21-9, 21-11	$f_{LW}$ - Exhibit 21-4																					
V - Hourly volume	D - Density	$E_R$ - Exhibit 21-8, 21-10	$f_{LC}$ - Exhibit 21-5																					
$v_p$ - Flow rate	FFS - Free-flow speed	$f_p$ - Page 21-11	$f_M$ - Exhibit 21-6																					
LOS - Level of service	BFFS - Base free-flow speed	LOS, S, FFS, $v_p$ - Exhibit 21-2, 21-3	$f_A$ - Exhibit 21-7																					
DDHV - Directional design-hour volume																								

### 3.2.3 Le strade urbane

Nel caso delle strade in ambito urbano l'*Highway Capacity Manual* individua due diverse metodologie di calcolo, la prima relativa alle "Urban Street Facilities" (HCM, cap. 16), la seconda relativa agli "Urban Street Segments" (HCM, cap. 17).



Ai fini delle analisi delle prestazioni per le strade urbane, queste vengono considerate come un insieme di elementi singoli che si compongono al fine di formare un asse o in maniera più generale un percorso effettuato dagli utenti. I due elementi principali sono costituiti da nodi ed archi, dove i nodi sono rappresentati fisicamente da intersezioni e gli archi sono gli assi racchiusi tra due nodi. Gli “*Urban Street Segments*” fanno riferimento esclusivamente ad un arco ed alle intersezioni al contorno; mentre le “*Urban Street Facilities*” si riferiscono a più segmenti di strada contigui. La metodologia proposta dall’HCM per le strade urbane (HCM, Capitolo 16) non si riferisce più, come nel caso dell’extraurbano, alla quantità di flusso transitante in termini di veicoli/ora, ma basa tutta l’analisi su un confronto tra la velocità di flusso libero ideale (*Base Free Flow Speed*) ed il rapporto flusso su capacità (*Volume-to-Capacity Ratio*).

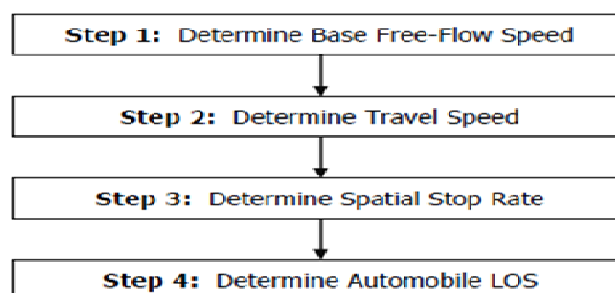
Figura 2 – Exhibit 16-4. LOS Criteria: Automobile Mode

Travel Speed as a Percentage of Base Free- Flow Speed (%)	LOS by Critical Volume-to-Capacity Ratio*	
	≤ 1.0	> 1.0
>85	A	F
>67–85	B	F
>50–67	C	F
>40–50	D	F
>30–40	E	F
≤30	F	F

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

Il metodo di calcolo è illustrato nel capitolo 16 del manuale HCM, dalla pagina 16-16 alla pagina 16-18; nel seguito si riporta lo schema riassuntivo della metodologia.

Figura 3 – Exhibit 16-9. Automobile Methodology for Urban Street Facilities



### 3.2.4 Le intersezioni semplici

Il calcolo dei livelli di servizio e dei parametri prestazionali di un’intersezione o di una rotatoria di tipo semplice (fino a quattro rami) è possibile attraverso l’utilizzo di tabelle di calcolo simili a quelle riportate nel paragrafo precedente per le sezioni stradali.



Tuttavia la rigidità del modello di calcolo (che non considera quegli elementi geometrici di dettaglio che normalmente sono presenti nelle intersezioni) rende il procedimento alquanto scomodo e porta inoltre a risultati poco attendibili.

Per tali motivazioni, nel caso in esame, si è optato di non utilizzare la metodologia sopra riportata, ma bensì di effettuare le verifiche con lo strumento di micro-simulazione statica successivamente descritto. Tale strumento risulta accreditato a livello internazionale e citato nell'*Highway Capacity Manual*.

### **3.3 MODELLI DI MICRO-SIMULAZIONE STATICA DELLE INTERSEZIONI**

Il modello SIDRA 8.0, utilizzato per le presenti valutazioni trasportistiche, è uno strumento di calcolo riconosciuto a livello universale che consente di verificare diversi parametri prestazionali a fronte di uno schema semplificato dell'intersezione o della rotatoria e delle rispettive caratteristiche geometriche e funzionali; il modello effettua la valutazione del livello di servizio globale dell'intersezione e dei singoli rami simulando il comportamento dei veicoli in transito nell'intersezione stessa sulla base del regime di precedenza, dei tempi medi di reazione, degli eventuali tempi semaforici, ecc.

Gli algoritmi di calcolo utilizzati dal modello si basano sui risultati delle ricerche del Prof. Rod Troutbeck<sup>3</sup> dell'ARRB di Victoria, Australia e sulle indicazioni riportate nel già citato *Highway Capacity Manual*.

Il metodo per la determinazione della capacità e dei ritardi si basa sulla teoria del "Gap acceptance" calibrata su una serie di osservazioni fatte sul campo; il calcolo si basa sulla probabilità statistica che il singolo conducente in avvicinamento all'intersezione accetti di inserirsi nel flusso di manovra (o in rotatoria) sulla base del tempo che ha a disposizione prima dell'arrivo del successivo veicolo in conflitto.

Tale scelta dipende da una serie di fattori geometrici e dalle condizioni di traffico, e porta ad una variazione del distanziamento dei veicoli e, di conseguenza, ad una variazione della capacità dell'intersezione e della lunghezza delle code di attesa.

---

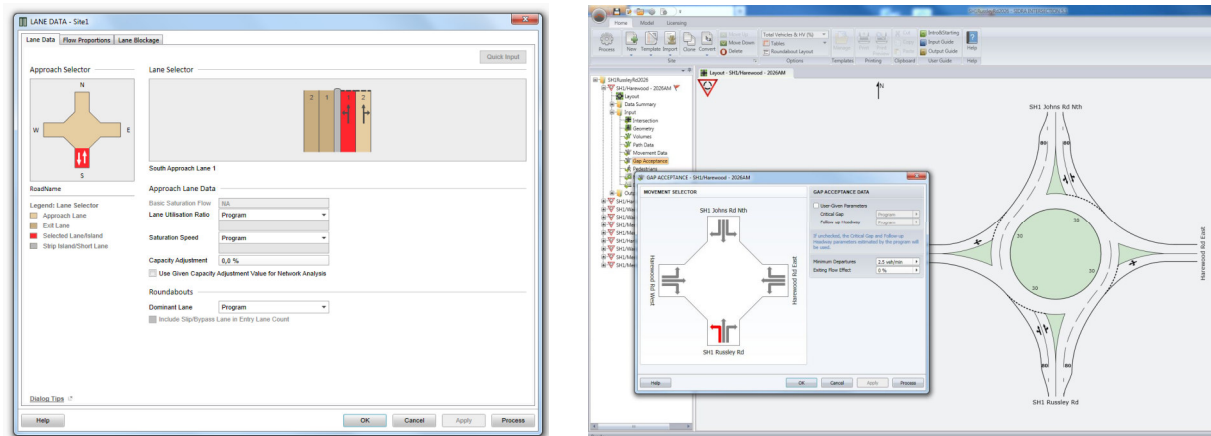
<sup>3</sup> TROUTBECK, R.J. (1989), Evaluation the performance of a roundabout, ARBB, Special Report 45, Victoria, Australia.



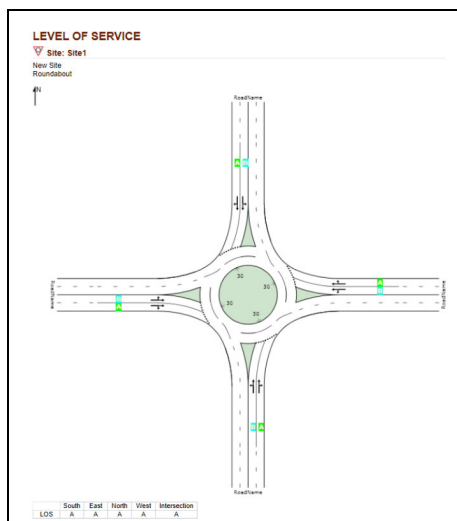
Il modello di calcolo si basa sui seguenti dati geometrici, funzionali e di traffico:

- caratteristiche geometriche (larghezza, pendenza, numero di corsie delle carreggiate, presenza della banchina, diametro interno ed esterno della rotatoria, larghezza dello spartitraffico, ecc.);
- tipi di arrivi dei veicoli e flussi di traffico distinti per direzione, manovra e tipologia di veicoli (leggeri e pesanti);
- coefficiente di utilizzazione delle singole corsie;
- velocità di ingresso e di uscita dai diversi rami dell'intersezione;
- numero di pedoni che attraversano i diversi rami;
- priorità e regimi di precedenza nel caso di intersezioni non semaforizzate,
- fasi e tempi semaforici nel caso di intersezioni semaforizzate.

*Figura 4 – Il modulo per l'input delle caratteristiche di intersezioni e veicoli*



*Figura 5 – Il modulo di output*



L'elaborazione viene eseguita dal modulo di calcolo, che provvede a calcolare la capacità, ed i principali parametri prestazionali dell'intersezione (Livelli di Servizio, tempi medi di attesa, lunghezza media e massima delle code, ecc.). Vengono quindi prodotte, per semplicità di interpretazione e comprensione, delle semplici schematizzazioni come quella a fianco riportata, raffiguranti il livello di servizio sui diversi rami e globale dell'intersezione, le code espresse in veicoli oppure metri, i perditempo in attesa ecc. ecc..



Con tale metodologia è possibile:

- ottenere la stima delle capacità e delle caratteristiche delle prestazioni quali il ritardo, la lunghezza delle code, il tasso di arresto, il consumo di carburante e le emissioni delle sostanze inquinanti per tutti i tipi di intersezione;
- verificare più alternative di “disegno” dell’intersezione per ottimizzarla;
- determinare le fasi semaforiche ed i relativi tempi utilizzando differenti strategie per ottimizzare le intersezioni;
- determinare la sincronizzazione dei tempi delle fasi semaforiche per ogni geometria dell’intersezione dalle più semplici alle più complesse;
- effettuare una verifica della geometria dell’intersezione in funzione di variazioni future dei flussi veicolari;
- verificare gli effetti dei veicoli pesanti sulle prestazioni dell’intersezione;
- determinare la lunghezza di una eventuale corsia di accumulo da affiancare alla corsia principale;
- ottenere output che contengono i risultati relativi alle la capacità, ai tempi ed alle prestazioni dei singoli rami che formano un’intersezione ed all’intersezione stessa;
- ottenere gli output oltre che in forma tabulare anche in forma grafica, così da semplificare la comprensione dei risultati;
- comparare più alternative progettuali (sia geometriche che di regolazione) previste per un’intersezione.

La SR10 è la principale direttrice a servizio dell'area, assicurando i collegamenti tra il capoluogo ed il quadrante orientale, snodandosi attraverso Pino, Chieri, Villanova e via via molteplici centri, fino ad attraversare pressoché per intero da ovest verso est la pianura padana meridionale.

Nella tratta oggetto di valutazione, posta tra la pk 10+800 e l'accesso al traforo del Pino, la SR10 assume la denominazione di via Traforo; si caratterizza per la presenza di una singola corsia per ciascun senso di marcia, ognuna con larghezza pari a 3,75 metri.

In direzione nord termina il proprio sviluppo in corrispondenza dell'immissione sulla rotatoria posta all'intersezione con via Roma e via Torino, mentre nella opposta direzione si interrompe in corrispondenza dell'immissione su via Rio Vallero.



Si caratterizza anch'essa per la presenza di una singola corsia per ciascun senso di marcia, della larghezza indicativamente pari a 3 metri.

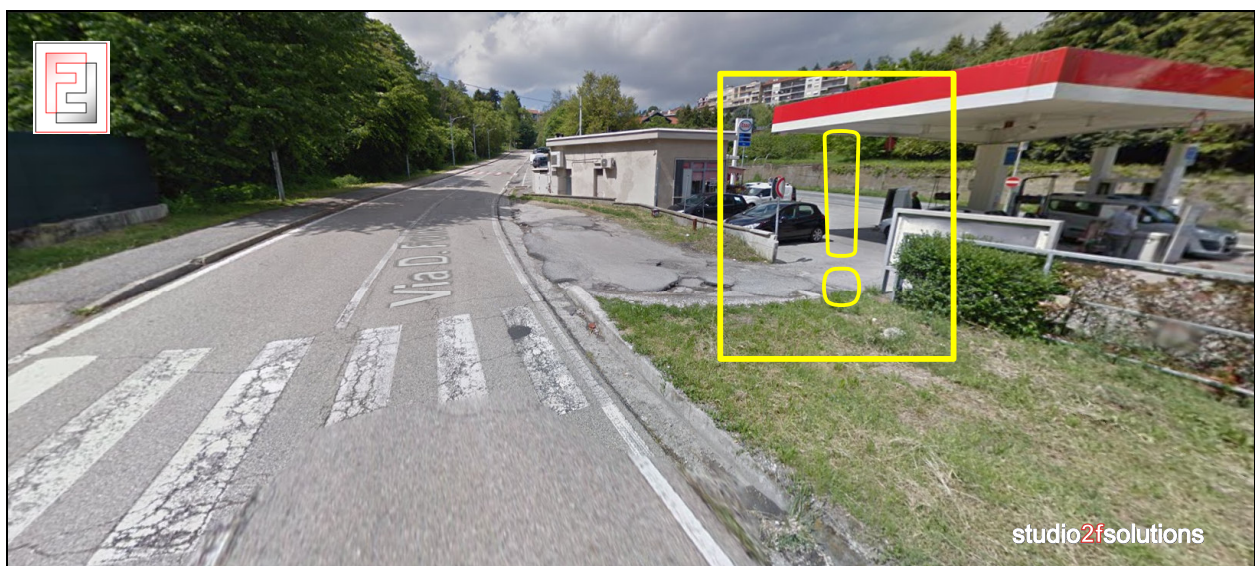
L'intervento in progetto andrà collocarsi in diretta prossimità dell'impianto di distribuzione carburanti presente lungo il sopracitato segmento di via Traforo, consentendo la connessione tra le due arterie.

*Figura 7 – Area in cui verrà realizzata la doppia rotatoria*



Occorre purtroppo sottolineare come allo stato attuale alcuni veicoli, soprattutto nei momenti maggiormente trafficati, operino la connessione tra via Traforo e via Folis in corrispondenza di un varco presente all'interno del distributore.

*Figura 8 – Pericoloso varco posto in corrispondenza del distributore carburanti*





Tale manovra, oltre ad essere vietata dalla segnaletica verticale opportunamente posizionata in loco, riveste una pericolosità estrema dal punto di vista della sicurezza stradale; l'introduzione della doppia rotatoria comporterà, sotto tale aspetto, evidenti effetti benefici, in corrispondenza non solo di questo punto specifico, ma anche ad esempio presso nodi come SR10/via Valle Balbiana, che si sgraveranno di quote veicolari operanti mutue connessioni con via Folis.



## 5 GLI SCENARI DI ANALISI CONSIDERATI

Le analisi e le valutazioni che verranno condotte al fine di definire le caratteristiche prestazionali della rotatoria accoppiata hanno preso in considerazione i seguenti scenari di riferimento:

- Scenario di Punta Mattutina: basato sui dati acquisiti in merito allo stato attuale, opportunamente sovrastimati per applicare la metodologia “**what if**”;
- Scenario di Punta Pomeridiana: basato anch'esso sui dati acquisiti in merito allo stato attuale, opportunamente sovrastimati per applicare la metodologia “**what if**”.

Il conseguimento di adeguati parametri a carico di livelli di servizio ed accodamenti in tali scenari garantirà, di riflesso, la presenza di buone condizioni di deflusso veicolare in condizioni di traffico ordinario.



## 6 DEFINIZIONE DEL TRAFFICO ATTUALE

Nel presente capitolo vengono descritte le azioni condotte al fine di definire i traffici che insistono sulle arterie che andranno ad innestarsi sulla doppia rotatoria in progetto.

Si sottolinea come il Comune di Pino Torinese avrebbe dovuto procedere a condurre degli appositi rilevamenti di traffico, monitoraggi che purtroppo non hanno potuto essere realizzati a causa della attuale emergenza.

Per tale motivo sono stati pertanto acquisiti, dalla Direzione Coordinamento Viabilità - Viabilità 1 della Città Metropolitana di Torino, i dati di traffico più recenti disponibili relativi alla SR10, mentre per quanto concerne via Folis si è proceduto a contattare il comando del Corpo di Polizia Municipale di Pino Torinese, nello specifico il vicecomandante, che ha gentilmente fornito una serie di utili informazioni funzionali alle analisi da produrre.

### 6.1 DATI DI TRAFFICO RELATIVI ALLA SR10

#### 6.1.1 Tabelle fornite dalla Città Metropolitana

Il responsabile dell'Ufficio Monitoraggio e Sicurezza Stradale ha gentilmente fornito i dati di traffico rilevati presso una loro postazione, posizionata alla pk 10+800.

All'atto pratico la postazione di monitoraggio risulta essere collocata in diretta corrispondenza dell'area presso cui è prevista la realizzazione della doppia rotatoria, pertanto i dati risultano essere indiscutibilmente utili ed attinenti.

In particolare i dati fanno riferimento alla settimana compresa tra domenica 26 maggio e sabato 1 giugno 2019, ultimo lasso temporale in cui la postazione era accessibile da remoto, dal momento che, successivamente, l'apparato non ha più trasmesso report.

L'apparecchiatura ha comunque continuato ad operare i monitoraggi, ed i relativi dati risultano essere contenuti nell'hard disk in sito, ma lo scarico di dati più aggiornati sarebbe potuto avvenire solamente alla ripresa delle attività successiva alla fine dell'emergenza COVID-19 in atto, motivo per cui si è optato per utilizzare i sopracitati dati, stante anche la necessità di rispettare le scadenze concordate prima che si verificasse l'attuale pandemia.



Si evidenzia come la settimana in oggetto si caratterizzi in ogni caso per essere una “settimana tipo”, contraddistinta dalla presenza di scuole aperte e dall’assenza di eventi o fiere che avrebbero potuto inficiare l’ordinarietà dei flussi veicolari.

L’unica osservazione fornita dall’Ing. Bartolomei, di cui successivamente si è tenuto debitamente conto, e che comunque applicando la metodologia “*what if*” sarebbe passata in secondo piano, consta nel fatto che il dato relativo ai mezzi pesanti è sottostimato, in quanto, all’epoca, la SP10, nel tratto fra la pk 5 e la pk 18 vigeva il divieto di transito ai mezzi di portata superiore a 7,5 tonnellate; statistiche di carattere generale fanno infatti ritenere che il traffico pesante ammonti a circa il 10% del flusso totale (leggeri + pesanti), correzione che è stato prontamente operata.

Di seguito si riportano i dati originali forniti dall’Ufficio Mobilità e Sicurezza Stradale, relativi ai due opposti sensi di marcia ed al totale bidirezionale registrato.

**Tabella 1 – Dati registrati in direzione Torino**

	dom 26 mag 19			lun 27 mag 19			mar 28 mag 19			mer 29 mag 19			gio 30 mag 19			ven 31 mag 19			sab 1 giu 19		
	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali
00:00	1	88	89	1	46	47	2	24	26	1	39	40	0	35	35	1	48	49	1	94	95
01:00	0	55	55	0	21	21	0	11	11	0	13	13	0	13	13	0	18	18	1	46	47
02:00	0	33	33	1	5	6	0	10	10	0	7	7	0	5	5	2	4	6	1	22	23
03:00	0	12	12	0	5	5	0	5	5	1	3	4	0	2	2	1	3	4	0	15	15
04:00	1	11	12	4	6	10	5	6	11	2	10	12	3	5	8	4	9	13	8	7	15
05:00	1	12	13	3	38	41	3	42	45	6	27	33	4	44	48	7	43	50	2	22	24
06:00	1	22	23	12	78	90	10	91	101	14	84	98	17	95	112	11	80	91	11	50	61
07:00	1	38	39	17	292	309	16	284	300	20	266	286	22	276	298	26	267	293	9	97	106
08:00	4	88	92	27	250	277	20	262	282	31	321	352	21	297	318	27	289	316	11	175	186
09:00	1	184	185	12	216	228	25	234	259	21	258	279	30	210	240	16	252	268	10	230	240
10:00	5	208	213	26	243	269	33	241	274	19	280	299	23	250	273	24	260	284	11	352	363
11:00	7	260	267	32	259	291	20	261	281	18	310	328	23	289	312	31	268	299	13	348	361
12:00	3	238	241	28	257	285	19	236	255	23	328	351	21	260	281	23	276	299	12	349	361
13:00	2	126	128	17	223	240	15	230	245	36	245	281	20	218	238	26	213	239	13	202	215
14:00	5	158	163	21	219	240	29	230	259	33	261	294	19	224	243	28	253	281	12	240	252
15:00	5	163	168	25	284	309	26	275	301	35	243	278	28	262	290	23	284	307	10	234	244
16:00	4	179	183	24	306	330	26	330	356	31	353	384	31	321	352	19	331	350	4	222	226
17:00	3	190	193	21	367	388	18	401	419	15	350	365	18	340	358	18	398	416	5	262	267
18:00	3	272	275	10	409	419	19	408	427	12	417	429	9	386	395	11	387	398	4	288	292
19:00	4	272	276	12	307	319	4	319	323	7	316	323	7	380	387	11	424	435	6	348	354
20:00	4	177	181	4	171	175	5	179	184	3	205	208	5	207	212	4	227	231	2	212	214
21:00	1	151	152	1	107	108	3	89	92	2	140	142	2	149	151	0	160	160	0	136	136
22:00	1	82	83	0	86	86	3	87	90	0	73	73	1	112	113	2	103	105	3	123	126
23:00	1	88	89	1	56	57	1	59	60	1	68	69	3	73	76	2	105	107	1	137	138

**Tabella 2 – Dati registrati in direzione Chieri**

	dom 26 mag 19			lun 27 mag 19			mar 28 mag 19			mer 29 mag 19			gio 30 mag 19			ven 31 mag 19			sab 1 giu 19		
	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali
00:00	1	82	83	0	39	39	0	18	18	0	16	16	0	13	13	0	20	20	1	53	54
01:00	1	40	41	0	16	16	0	16	16	0	5	5	0	10	10	0	12	12	0	19	19
02:00	2	25	27	1	7	8	1	5	6	1	3	4	1	3	4	3	2	5	2	16	18
03:00	0	9	9	0	5	5	0	5	5	0	4	4	0	6	6	0	6	6	1	11	12
04:00	0	11	11	3	10	13	1	6	7	1	7	8	1	6	7	1	12	13	1	11	12
05:00	0	7	7	3	39	42	4	31	35	6	38	44	9	42	51	3	37	40	7	34	41
06:00	1	39	40	10	89	99	5	118	123	25	120	145	7	113	120	9	112	121	9	69	78
07:00	2	46	48	21	327	348	28	341	369	32	395	427	24	351	375	21	357	378	16	185	201
08:00	2	99	101	26	356	382	20	387	407	29	464	493	33	376	409	30	401	431	12	286	298
09:00	6	203	209	22	311	333	23	316	339	31	390	421	19	323	342	15	354	369	16	375	391
10:00	4	234	238	19	270	289	36	256	292	22	279	301	17	229	246	21	282	303	11	358	369
11:00	10	222	232	32	213	245	25	207	232	31	202	233	27	218	245	22	214	236	10	328	338
12:00	2	208	210	31	219	250	23	204	227	25	198	223	33	199	232	24	200	224	10	234	244
13:00	5	136	141	24	202	226	22	200	222	24	204	228	18	213	231	24	251	275	8	163	171
14:00	5	169	174	27	252	279	24	272	296	31	290	321	19	253	272	31	275	306	9	234	243
15:00	3	210	213	24	269	293	20	252	272	26	289	315	24	277	301	28	297	325	10	278	288
16:00	12	231	243	20	348	368	21	340	361	27	331	358	24	292	316	18	357	375	6	320	326
17:00	6	275	281	16	456	472	23	467	490	19	459	478	18	475	493	11	438	449	5	289	294
18:00	3	283	286	17	365	382	13	419	432	9	364	373	16	396	412	17	364	381	4	284	288
19:00	2	207	209	8	212	220	14	229	243	5	254	259	11	283	294	15	309	324	5	234	239
20:00	3	129	132	6	128	134	2	114	116	5	153	158	5	175	180	9	206	215	3	168	171
21:00	0	138	138	0	75	75	3	86	89	3	106	109	3	105	108	1	132	133	1	126	127
22:00	2	107	109	1	70	71	3	98	101	1	108	109	2	140	142	3	151	154	2	134	136
23:00	0	67	67	3	47	50	5	39	44	3	43	46	2	69	71	3	105	108	1	138	139





Tabella 3 – Dati bidirezionali

	Dom 6/05/2019			Lun 7/05/2019			Mar 8/05/2019			Mer 9/05/2019			Giovedì 10/05/2019			Ven 11/05/2019			Sab 12/06/2019		
ore	Pesanti	Leggeri	Tutti	Pesanti	Leggeri	Tutti	Pesanti	Leggeri	Tutti	Pesanti	Leggeri	Tutti	Pesanti	Leggeri	Tutti	Pesanti	Leggeri	Tutti	Pesanti	Leggeri	Tutti
00:00	2	170	172	1	85	86	2	42	44	1	55	56	0	48	48	1	68	69	2	147	149
01:00	1	95	96	0	37	37	0	27	27	0	18	18	0	23	23	0	30	30	1	65	66
02:00	2	58	60	2	12	14	1	15	16	1	10	11	1	8	9	5	6	11	3	38	41
03:00	0	21	21	0	10	10	0	10	10	1	7	8	0	8	8	1	9	10	1	26	27
04:00	1	22	23	7	16	23	6	12	18	3	17	20	4	11	15	5	21	26	9	18	27
05:00	1	19	20	6	77	83	7	73	80	12	65	77	13	86	99	10	80	90	9	56	65
06:00	2	61	63	22	167	189	15	209	224	39	204	243	24	208	232	20	192	212	20	119	139
07:00	3	84	87	38	619	657	44	625	669	52	661	713	46	627	673	47	624	671	25	282	307
08:00	6	187	193	53	606	659	40	649	689	60	785	845	54	673	727	57	690	747	23	461	484
09:00	7	387	394	34	527	561	48	550	598	52	648	700	49	533	582	31	606	637	26	605	631
10:00	9	442	451	45	513	558	69	497	566	41	559	600	40	479	519	45	542	587	22	710	732
11:00	17	482	499	64	472	536	45	468	513	49	512	561	50	507	557	53	482	535	23	676	699
12:00	5	446	451	59	476	535	42	440	482	48	526	574	54	459	513	47	476	523	22	583	605
13:00	7	262	269	41	425	466	37	430	467	60	449	509	38	431	469	50	464	514	21	365	386
14:00	10	327	337	48	471	519	53	502	555	64	551	615	38	477	515	59	528	587	21	474	495
15:00	8	373	381	49	553	602	46	527	573	61	532	593	52	539	591	51	581	632	20	512	532
16:00	16	410	426	44	654	698	47	670	717	58	684	742	55	613	668	37	688	725	10	542	552
17:00	9	465	474	37	823	860	41	868	909	34	809	843	36	815	851	29	836	865	10	551	561
18:00	6	555	561	27	774	801	32	827	859	21	781	802	25	782	807	28	751	779	8	572	580
19:00	6	479	485	20	519	539	18	548	566	12	570	582	18	663	681	26	733	759	11	582	593
20:00	7	306	313	10	299	309	7	293	300	8	358	366	10	382	392	13	433	446	5	380	385
21:00	1	289	290	1	182	183	6	175	181	5	246	251	5	254	259	1	292	293	1	262	263
22:00	3	189	192	1	156	157	6	185	191	1	181	182	3	252	255	5	254	259	5	257	262
23:00	1	155	156	4	103	107	6	98	104	4	111	115	5	142	147	5	210	215	2	275	277
Totale	130	6284	6414	613	8576	9189	618	8740	9358	687	9339	10026	620	9020	9640	626	9596	10222	300	8558	8858

I dati sopra riportati risultano essere la base di partenza per le successive analisi e valutazioni; come verrà esposto nei successivi paragrafi, tali dati sono stati in primo luogo opportunamente “corretti” sulla base delle indicazioni ricevute in merito al traffico pesante, dopodiché si è proceduto a trasformare le diverse tipologie di mezzo in veicoli equivalenti, al fine di definire l'ora di punta mattutina e pomeridiana.

Una volta definiti i traffici che interessano l'arteria nel corso dell'ora di punta si è proceduto ad incrementarli di una quota pari al 50% per porsi in condizioni oltremodo penalizzanti per l'arteria, in applicazione della metodologia “*what if*”, ottenendo la base sulla quale condurre le successive simulazioni di traffico.

### 6.1.2 Correzioni apportate

Sulla base delle indicazioni ricevute, si è proceduto ad incrementare i flussi pesanti affinché il loro peso percentuale risultasse almeno pari al 10% sul totale.

Per semplicità di trattazione, e volendosi comunque porre, per le successive simulazioni, in una situazione di flusso veicolare “eccezionale” per l'arteria, i dati originali relativi ai mezzi pesanti sono stati raddoppiati.

All'atto pratico, come visibile nella successiva tabella relativa al flusso veicolare bidirezionale sulla SR10 nel corso della settimana di monitoraggio, l'assunzione fatta ha portato a conseguire una incidenza del traffico pesante mediamente superiore, nel corso dei giorni feriali, al 12%.

Considerando anche il sabato e la domenica, a livello settimanale l'incidenza media del traffico pesante permane comunque superiore al 10%.





Tabella 4 – Dati bidirezionali con incidenza traffico pesante incrementata

	dom 26 mag 19			lun 27 mag 19			mar 28 mag 19			mer 29 mag 19			gio 30 mag 19			ven 31 mag 19			sab 1 giu 19		
	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali	Leggeri	Pesanti	Totali
00:00	4	170	174	2	85	87	4	42	46	2	55	57	0	48	48	2	68	70	4	147	151
01:00	2	95	97	0	37	37	0	27	27	0	18	18	0	23	23	0	30	30	2	65	67
02:00	4	58	62	4	12	16	2	15	17	2	10	12	2	8	10	10	6	16	6	38	44
03:00	0	21	21	0	10	10	0	10	10	2	7	9	0	8	8	2	9	11	2	26	28
04:00	2	22	24	14	16	30	12	12	24	6	17	23	8	11	19	10	21	31	18	18	36
05:00	2	19	21	12	77	89	14	73	87	24	65	89	26	86	112	20	80	100	18	56	74
06:00	4	61	65	44	167	211	30	209	239	78	204	282	48	208	256	40	192	232	40	119	159
07:00	6	84	90	76	619	695	88	625	713	104	661	765	92	627	719	94	624	718	50	282	332
08:00	12	187	199	106	606	712	80	649	729	120	785	905	108	673	781	114	690	804	46	461	507
09:00	14	387	401	68	527	595	96	550	646	104	648	752	98	533	631	62	606	668	52	605	657
10:00	18	442	460	90	513	603	138	497	635	82	559	641	80	479	559	90	542	632	44	710	754
11:00	34	482	516	128	472	600	90	468	558	98	512	610	100	507	607	106	482	588	46	676	722
12:00	10	446	456	118	476	594	84	440	524	96	526	622	108	459	567	94	476	570	44	583	627
13:00	14	262	276	82	425	507	74	430	504	120	449	569	76	431	507	100	464	564	42	365	407
14:00	20	327	347	96	471	567	106	502	608	128	551	679	76	477	553	118	528	646	42	474	516
15:00	16	373	389	98	553	651	92	527	619	122	532	654	104	539	643	102	581	683	40	512	552
16:00	32	410	442	88	654	742	94	670	764	116	684	800	110	613	723	74	688	762	20	542	562
17:00	18	465	483	74	823	897	82	868	950	68	809	877	72	815	887	58	836	894	20	551	571
18:00	12	555	567	54	774	828	64	827	891	42	781	823	50	782	832	56	751	807	16	572	588
19:00	12	479	491	40	519	559	36	548	584	24	570	594	36	663	699	52	733	785	22	582	604
20:00	14	306	320	20	299	319	14	293	307	16	358	374	20	382	402	26	433	459	10	380	390
21:00	2	289	291	2	182	184	12	175	187	10	246	256	10	254	264	2	292	294	2	262	264
22:00	6	189	195	2	156	158	12	185	197	2	181	183	6	252	258	10	254	264	10	257	267
23:00	2	155	157	8	103	111	12	98	110	8	111	119	10	142	152	10	210	220	4	275	279
TOT	260	6284	6544	1226	8576	9802	1236	8740	9976	1374	9339	10713	1240	9020	10260	1252	9596	10848	600	8558	9158
			4,0%			12,5%			12,4%			12,8%			12,1%			11,5%			6,6%

Tabella 5 – Dati in direzione Torino con incidenza traffico pesante incrementata

	dom 26 mag 19			lun 27 mag 19			mar 28 mag 19			mer 29 mag 19			gio 30 mag 19			ven 31 mag 19			sab 1 giu 19		
	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali
00:00	2	88	90	2	46	48	4	24	28	2	39	41	0	35	35	2	48	50	2	94	96
01:00	0	55	55	0	21	21	0	11	11	0	13	13	0	13	13	0	18	18	2	46	48
02:00	0	33	33	2	5	7	0	10	10	0	7	7	0	5	5	4	4	8	2	22	24
03:00	0	12	12	0	5	5	0	5	5	2	3	5	0	2	2	2	3	5	0	15	15
04:00	2	11	13	8	6	14	10	6	16	4	10	14	6	5	11	8	9	17	16	7	23
05:00	2	12	14	6	38	44	6	42	48	12	27	39	8	44	52	14	43	57	4	22	26
06:00	2	22	24	24	78	102	20	91	111	28	84	112	34	95	129	22	80	102	22	50	72
07:00	2	38	40	34	292	326	32	284	316	40	266	306	44	276	320	52	267	319	18	97	115
08:00	8	88	96	54	250	304	40	262	302	62	321	383	42	297	339	54	289	343	22	175	197
09:00	2	184	186	24	216	240	50	234	284	42	258	300	60	210	270	32	252	284	20	230	250
10:00	10	208	218	52	243	295	66	241	307	38	280	318	46	250	296	48	260	308	22	352	374
11:00	14	260	274	64	259	323	40	261	301	36	310	346	46	289	335	62	268	330	26	348	374
12:00	6	238	244	56	257	313	38	236	274	46	328	374	42	260	302	46	276	322	24	349	373
13:00	4	126	130	34	223	257	30	230	260	72	245	317	40	218	258	52	213	265	26	202	228
14:00	10	158	168	42	219	261	58	230	288	66	261	327	38	224	262	56	253	309	24	240	264
15:00	10	163	173	50	284	334	52	275	327	70	243	313	56	262	318	46	284	330	20	234	254
16:00	8	179	187	48	306	354	52	330	382	62	353	415	62	321	383	38	331	369	8	222	230
17:00	6	190	196	42	367	409	36	401	437	30	350	380	36	340	376	36	398	434	10	262	272
18:00	6	272	278	20	409	429	38	408	446	24	417	441	18	386	404	22	387	409	8	288	296
19:00	8	272	280	24	307	331	8	319	327	14	316	330	14	380	394	22	424	446	12	348	360
20:00	8	177	185	8	171	179	10	179	189	6	205	211	10	207	217	8	227	235	4	212	216
21:00	2	151	153	2	107	109	6	89	95	4	140	144	4	149	153	0	160	160	0	136	136
22:00	2	82	84	0	86	86	6	87	93	0	73	73	2	112	114	4	103	107	6	123	129
23:00	2	88	90	2	56	58	2	59	61	2	68	70	6	73	79	4	105	109	2	137	139

Tabella 6 – Dati in direzione Chieri con incidenza traffico pesante incrementata

	dom 26 mag 19			lun 27 mag 19			mar 28 mag 19			mer 29 mag 19			gio 30 mag 19			ven 31 mag 19			sab 1 giu 19		
	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali	Pesanti	Leggeri	Totali
00:00	2	82	84	0	39	39	0	18	18	0	16	16	0	13	13	0	20	20	2	53	55
01:00	2	40	42	0	16	16	0	16	16	0	5	5	0	10	10	0	12	12	0	19	19
02:00	4	25	29	2	7	9	2	5	7	2	3	5	2	3	5	6	2	8	4	16	20
03:00	0	9	9	0	5	5	0	5	5	0	4	4	0	6	6	0	6	6	2	11	13
04:00	0	11	11	6	10	16	2	6	8	2	7	9	2	6	8	2	12	14	2	11	13
05:00	0	7	7	6	39	45	8	31	39	12	38	50	18	42	60	6	37	43	14	34	48
06:00	2	39	41	20	89	109	10	118	128	50	120	170	14	113	127	18	112	130	18	69	87
07:00	4	46	50	42	327	369	56	341	397	64	395	459	48	351	399	42	357	399	32	185	217
08:00	4	99	103	52	356	408	40	387	427	58	464	522	66	376	442	60	401	461	24	286	310
09:00	12	203	215	44	311	355	46	316	362	62	390	452	38	323	361	30	354	384	32	375	407
10:00	8	234	242	38	270	308	72	256	328	44	279	323	34	229	263	42	282	324	22	358	380
11:00	20	222	242	64	213	277	50	207	257	62	202	264	54	218	272	44	214	258	20	328	348
12:00	4	208	212	62	219	281	46	204	250	50	198	248	66	199	265	48	200	248	20	234	254
13:00	10	136	146	48	202	250	44	200	244	48	204	252	36	213	249	48	251	299	16	163	179
14:00	10	169	179	54	252	306	48	272	320	62	290	352	38	253	291	62	275	337	18	234	252
15:00	6	210	216	48	269	317	40	252	292	52	289	341	48	277	325	56	297	353	20	278	298
16:00	24	231	255	40	348	388	42	340	382	54	331	385	48	292	340	36	357	393	12	320	332
17:00	12	275	287	32	456	488	46	467	513	38	459	497	36	475	511	22	438	460	10	289	299
18:00	6	283	289	34	365	399	26	419	445	18	364	382	32	396	428	34	364	398	8	284	292
19:00	4	207	211	16	212	228	28	229	257	10	254	264	22	283	305	30	309	339	10	234	244
20:00	6	129	135	12	128	140	4	114	118	10	153	163	10	175	185	18	206	224	6	168	174
21:00	0	138	138	0	75	75	6	86	92	6	106	112	6	105	111	2	132	134	2	126	128
22:00	4	107	111	2	70	72	6	98	104	2	108	110	4	140	144	6	151	157	4	134	138
23:00	0	67	67	6	47	53	10	39	49	6	43	49	4	69	73	6	105	111	2	138	140



### 6.1.3 Definizione dell'ora di punta mattutina e pomeridiana

Una volta tenuto conto delle indicazioni fornite in merito ad una opportuna ricalibratura dell'incidenza dei mezzi pesanti rispetto al totale registrato, si è proceduto a trasformare le unità veicolari censite, appartenenti alle due distinte categorie dei mezzi leggeri e dei mezzi pesanti, in veicoli equivalenti.

In particolare è stato utilizzato un fattore di equivalenza pari a 2,5:

$$1 \text{ veicolo pesante} = 2,5 \text{ veicoli leggeri}$$

Su tali basi deriva quindi la successiva tabella, dove sono stati evidenziati i massimi flussi veicolari equivalenti registrati nel corso dell'ora di punta mattutina ed in quella pomeridiana.

*Tabella 7 – Flussi totali equivalenti alla pk 10+800: punta mattutina e pomeridiana*

	dom 26 mag 19	27/0519	mar 28 mag 19	mer 29 mag 19	gio 30 mag 19	ven 31 mag 19	sab 1 giu 19
	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti
00:00	180	90	52	60	48	73	157
01:00	100	37	27	18	23	30	70
02:00	68	22	20	15	13	31	53
03:00	21	10	10	12	8	14	31
04:00	27	51	42	32	31	46	63
05:00	24	107	108	125	151	130	101
06:00	71	277	284	399	328	292	219
07:00	99	809	845	921	857	859	407
08:00	217	871	849	<b>1085</b>	943	975	576
09:00	422	697	790	908	778	761	735
10:00	487	738	842	764	679	767	820
11:00	567	792	693	757	757	747	791
12:00	471	771	650	766	729	711	693
13:00	297	630	615	749	621	714	470
14:00	377	711	767	871	667	823	579
15:00	413	798	757	837	799	836	612
16:00	490	874	905	974	888	873	592
17:00	510	1008	<b>1073</b>	979	995	981	601
18:00	585	909	987	886	907	891	612
19:00	509	619	638	630	753	863	637
20:00	341	349	328	398	432	498	405
21:00	294	187	205	271	279	297	267
22:00	204	161	215	186	267	279	282
23:00	160	123	128	131	167	235	285
TOT	6934	11641	11830	12774	12120	12726	10058

In linea generale appare evidente come i maggiori carichi veicolari della mattina, nel corso delle giornate lavorative feriali, si registrino sempre nella fascia orari compresa tra le 8,00 e le 9,00, con una punta pari a 1085 veicoli equivalenti nella mattinata di mercoledì 29 maggio.

Allo stesso modo i maggiori carichi veicolari pomeridiani vengono sempre registrati, nelle giornate lavorative feriali, nella fascia oraria compresa tra le 17,00 e le 18,00, con una punta pari a 1073 veicoli equivalenti nel pomeriggio di martedì 28 maggio.



Nelle successive tabelle vengono riportati i flussi equivalenti registrati nelle due opposte direzioni, necessari ai fini delle successive simulazioni.

**Tabella 8 – Flussi equivalenti dir. Chieri alla pk 10+800: punta mattutina e pomeridiana**

	dom 26 mag 19	27/0519	mar 28 mag 19	mer 29 mag 19	gio 30 mag 19	ven 31 mag 19	sab 1 giu 19
	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti
00:00	87	39	18	16	13	20	58
01:00	45	16	16	5	10	12	19
02:00	35	12	10	8	8	17	26
03:00	9	5	5	4	6	6	16
04:00	11	25	11	12	11	17	16
05:00	7	54	51	68	87	52	69
06:00	44	139	143	245	148	157	114
07:00	56	432	481	555	471	462	265
08:00	109	486	487	<b>609</b>	541	551	346
09:00	233	421	431	545	418	429	455
10:00	254	365	436	389	314	387	413
11:00	272	373	332	357	353	324	378
12:00	218	374	319	323	364	320	284
13:00	161	322	310	324	303	371	203
14:00	194	387	392	445	348	430	279
15:00	225	389	352	419	397	437	328
16:00	291	448	445	466	412	447	350
17:00	305	536	<b>582</b>	554	565	493	314
18:00	298	450	484	409	476	449	304
19:00	217	252	299	279	338	384	259
20:00	144	158	124	178	200	251	183
21:00	138	75	101	121	120	137	131
22:00	117	75	113	113	150	166	144
23:00	67	62	64	58	79	120	143
TOT	3537	5895	6006	6502	6132	6439	5097

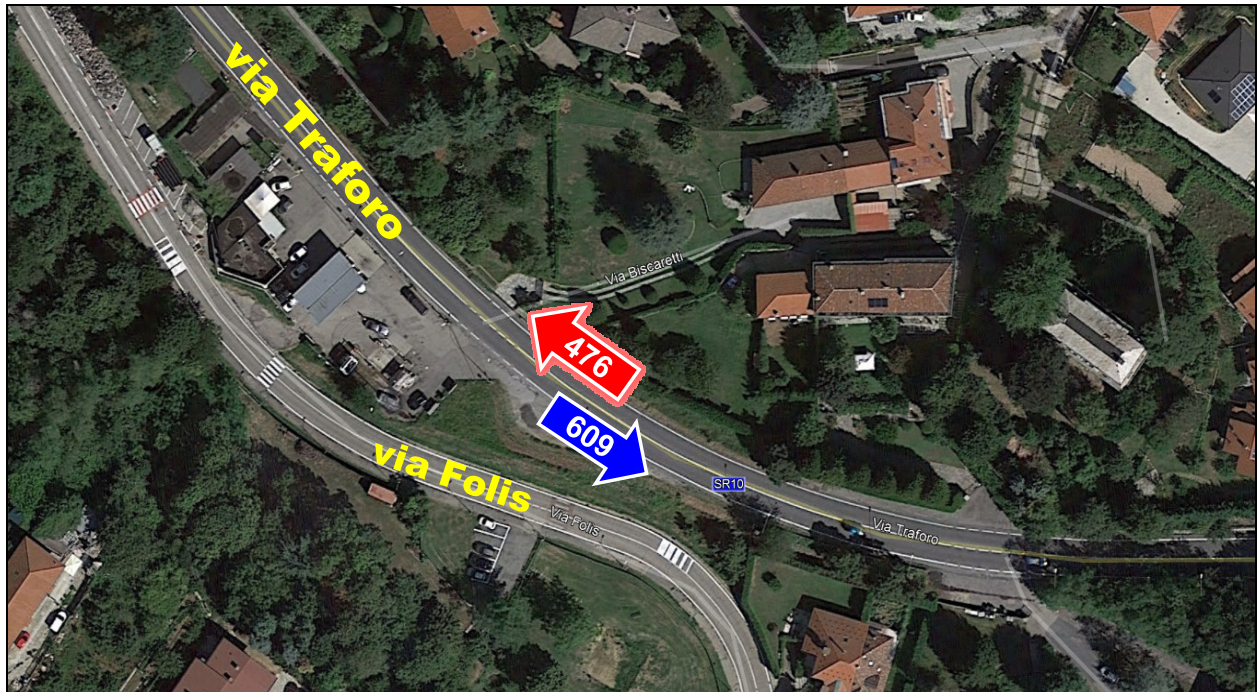
**Tabella 9 – Flussi equivalenti dir. Torino alla pk 10+800: punta mattutina e pomeridiana**

	dom 26 mag 19	27/0519	mar 28 mag 19	mer 29 mag 19	gio 30 mag 19	ven 31 mag 19	sab 1 giu 19
	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti	Equivalenti
00:00	93	51	34	44	35	53	99
01:00	55	21	11	13	13	18	51
02:00	33	10	10	7	5	14	27
03:00	12	5	5	8	2	8	15
04:00	16	26	31	20	20	29	47
05:00	17	53	57	57	64	78	32
06:00	27	138	141	154	180	135	105
07:00	43	377	364	366	386	397	142
08:00	108	385	362	<b>476</b>	402	424	230
09:00	189	276	359	363	360	332	280
10:00	233	373	406	375	365	380	407
11:00	295	419	361	400	404	423	413
12:00	253	397	331	443	365	391	409
13:00	136	308	305	425	318	343	267
14:00	183	324	375	426	319	393	300
15:00	188	409	405	418	402	399	284
16:00	199	426	460	508	476	426	242
17:00	205	472	<b>491</b>	425	430	488	287
18:00	287	459	503	477	431	442	308
19:00	292	367	339	351	415	479	378
20:00	197	191	204	220	232	247	222
21:00	156	112	104	150	159	160	136
22:00	87	86	102	73	117	113	138
23:00	93	61	64	73	88	115	142
TOT	3397	5746	5824	6272	5988	6287	4961

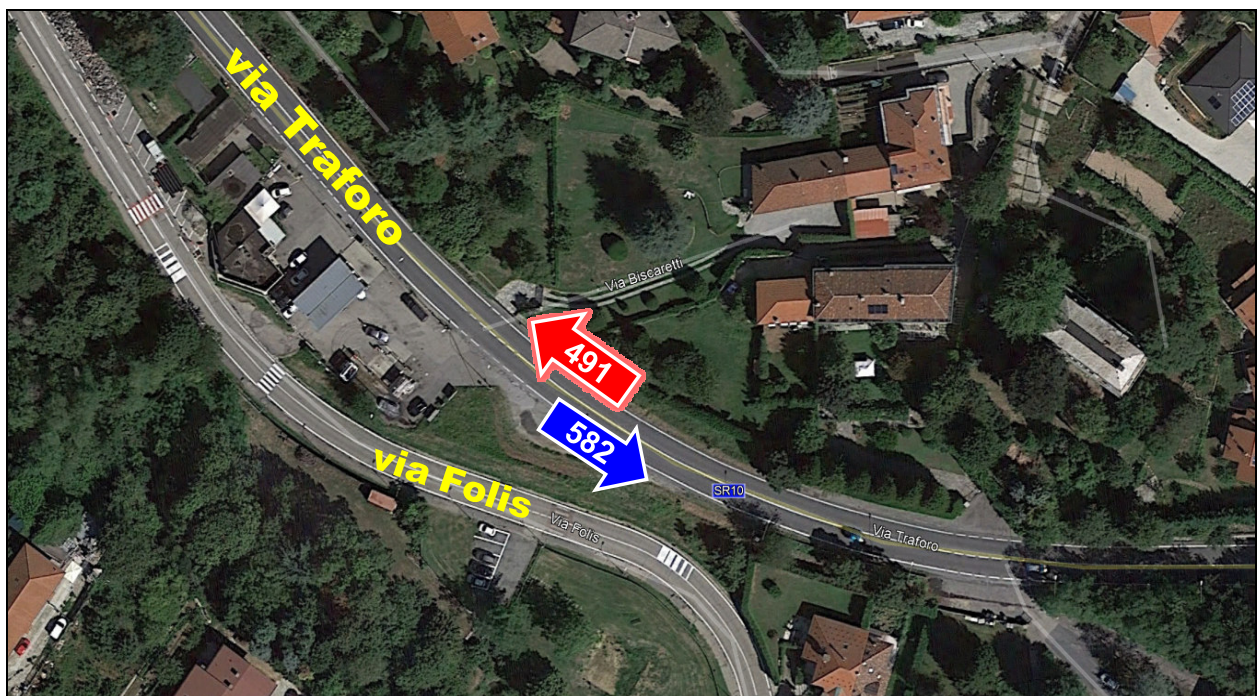


Dalle analisi sopra riportate derivano quindi i flussi equivalenti nel corso dell'ora di punta mattutina e pomeridiana puntualmente riportati nelle successive immagini.

*Figura 9 – Flussi equivalenti lungo la SR10 nel corso dell'ora di punta mattutina*



*Figura 10 – Flussi equivalenti lungo la SR10 nel corso dell'ora di punta pomeridiana*



In entrambi i casi i flussi prevalenti sono diretti verso Chieri: ai fini delle successive simulazioni si terrà conto della punta mattutina, stante il fatto che si contraddistingue per il maggior carico veicolare (sebbene le differenze siano minime) e, soprattutto, per il



maggiore disequilibrio dei traffici nei due opposti sensi di marcia, condizione maggiormente penalizzante ai fini delle simulazioni a carico della rotatoria accoppiata. Sempre per lo stesso motivo, l'ipotetico traffico relativo alla punta pomeridiana è stato ottenuto "ribaltando" i flussi e le manovre operate nel corso della mattinata. Tali concetti verranno dettagliatamente esposti in seguito.

## **6.2 DATI DI TRAFFICO RELATIVI A VIA FOLIS**

In assenza di rilevamenti di traffico che potessero fornire un quadro ben definito in merito ai flussi veicolari che interessano via Folis si è proceduto a contattare il comando del Corpo di Polizia Municipale di Pino Torinese, ricevendo molteplici ed utili indicazioni da parte del vice Comandante.

In particolare è emerso come via Folis si configuri come una arteria di ordine prettamente secondario, contraddistinta da traffici oltremodo esigui, che vedono il proprio picco nella fascia oraria di punta mattutina in concomitanza dell'entrata dei bambini presso la scuola primaria "Domenico Folis".

Il plesso accoglie un centinaio di alunni, ed è tra l'altro presente un servizio scuolabus, motivo per cui non tutti i bambini vengono accompagnati a scuola da una vettura privata.

Ne deriva un flusso veicolare che difficilmente supera i 150 veicoli bidirezionali nel momento di massimo afflusso.

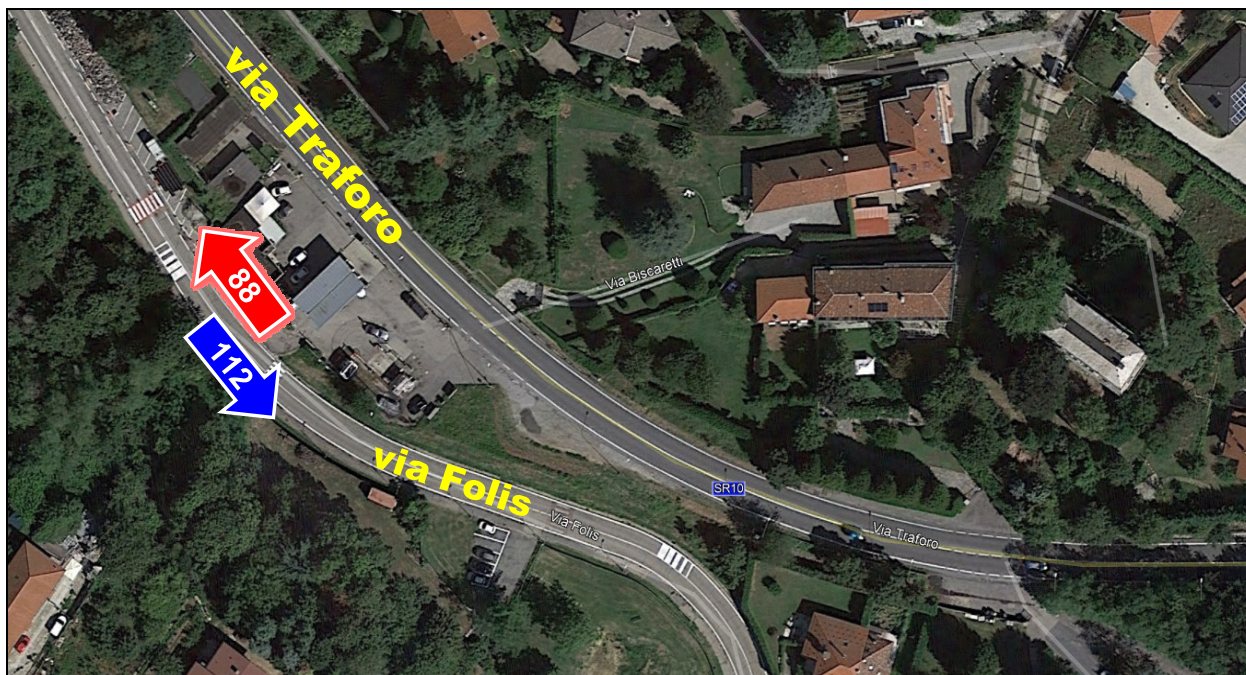
La via non è interessata dal passaggio di mezzi pesanti, eccezionalmente può capitare una volta a settimana che la via venga percorsa da un bus turistico che accompagna scolaresche in visita al planetario, ma nulla più.

Per tali motivi possono quindi stimarsi, per eccesso, 200 veicoli equivalenti bidirezionali in transito lungo via Folis nel corso dell'ora di punta mattutina, valore che verrà utilizzato anche per le simulazioni della punta pomeridiana.

Analogamente ai dati ricavati per la SR10, nella punta mattutina si ipotizzerà una maggiore incidenza dei flussi diretti verso Chieri, che verrà opportunamente "ribaltata" per la simulazione della punta pomeridiana; quanto esposto trova puntuale rappresentazione nella successiva immagine.



*Figura 11 – Flussi equivalenti lungo via Folis nel corso dell'ora di punta mattutina*



*Figura 12 – Flussi equivalenti lungo via Folis nel corso dell'ora di punta pomeridiana*



Da ultimo è stato evidenziato come ancora allo stato attuale i traffici pesanti risultino essere in linea con quelli rilevati a maggio 2019, stante il fatto che sul territorio comunale di Chieri non è stato rimosso il divieto di transito ai mezzi aventi peso a terra superiore alle 7,5 tonnellate lungo la SP10.

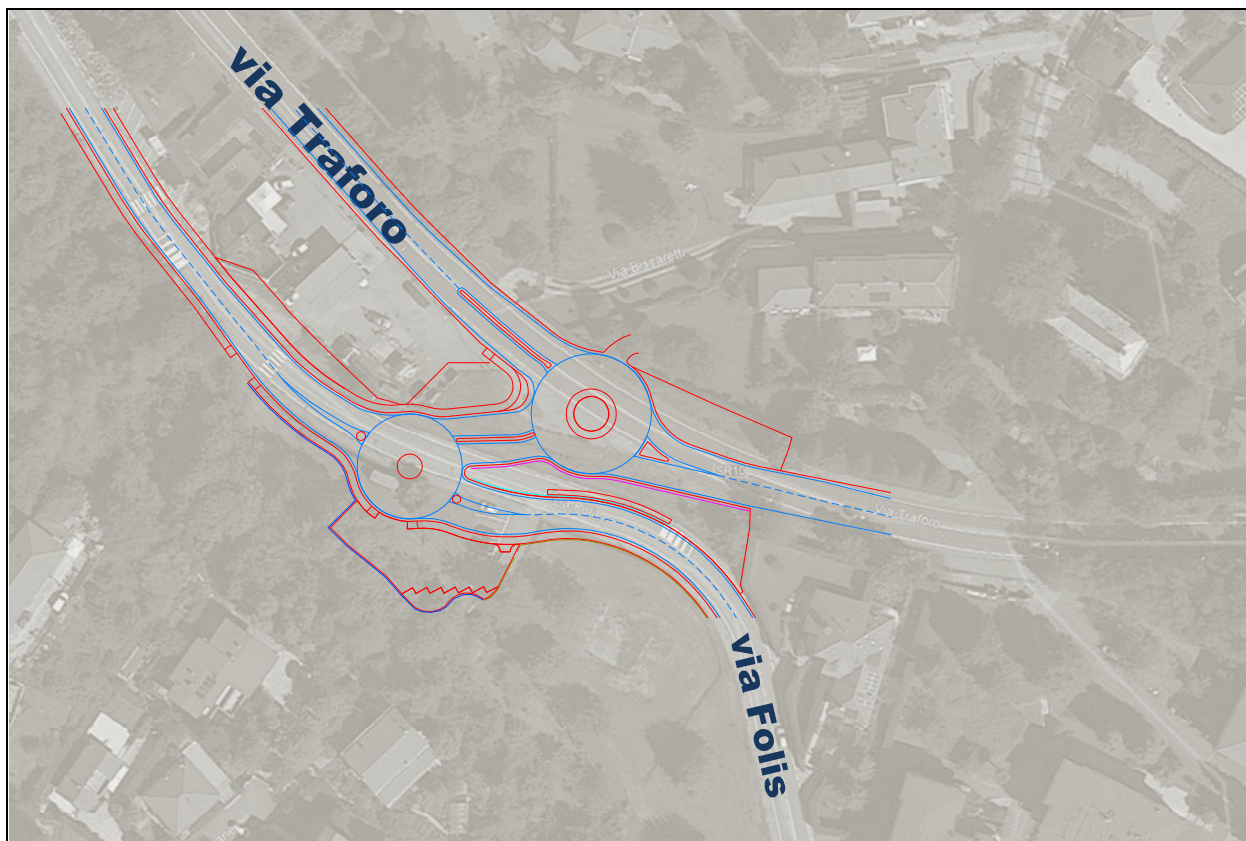
In ogni caso sono state mantenute le assunzioni precedentemente esposte per la SR10, ovvero il raddoppio dei carichi veicolari pesanti registrati.



## 7 INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PREVISTI

Nell'area oggetto delle attuali valutazioni e precedentemente definita è prevista, in uno scenario di medio termine, la realizzazione di una doppia rotatoria che dovrebbe consentire gli scambi tra via Traforo e via Folis, di fatto andando a sgravare altre intersezioni presenti nell'area ed interessate dalle mutue interazioni tra tali arterie.

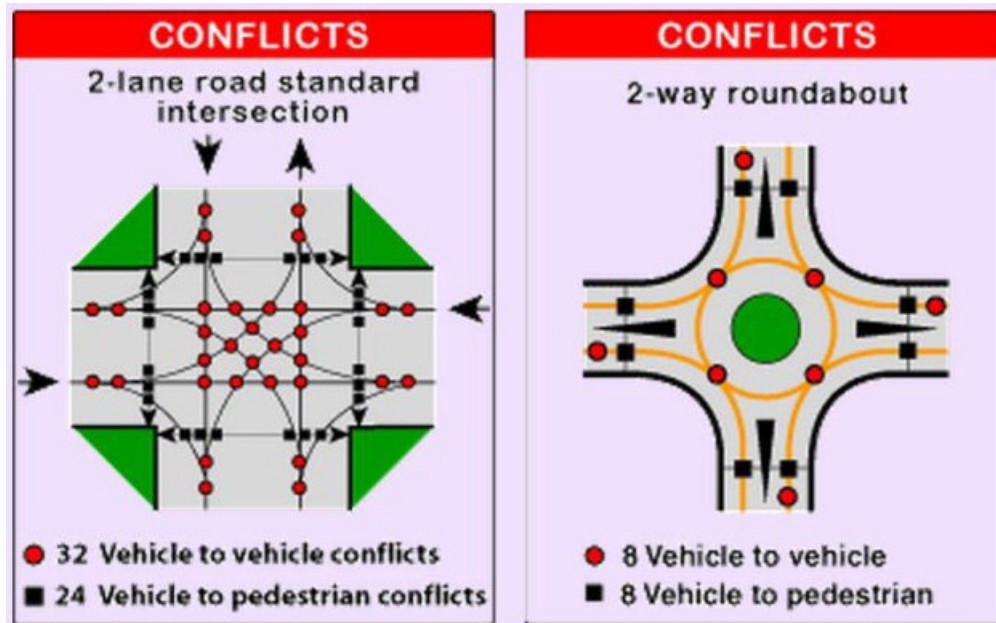
*Figura 13 – L'intervento in progetto*



In linea generale si sottolinea come le intersezioni a rotatoria consentano un miglioramento del livello di sicurezza rispetto alle altre tipologie d'intersezione; questo è possibile perché le rotatorie hanno un minor numero di punti di conflitto rispetto alle intersezioni convenzionali, venendo eliminati gli incidenti dovuti alla mancata precedenza e a seguito di svolte a sinistra.

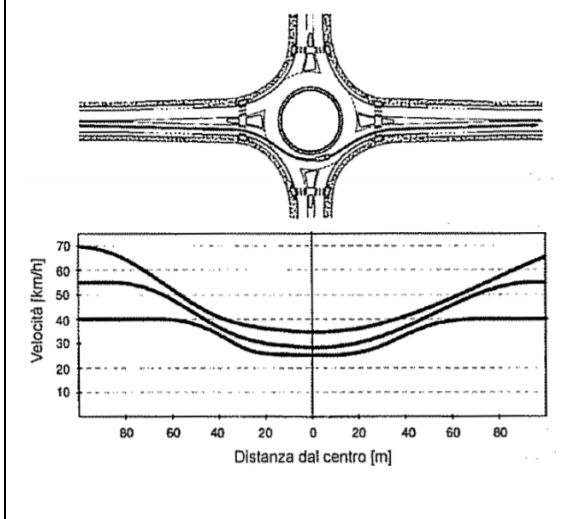
Dal punto di vista squisitamente tecnico, una normale intersezione a 4 bracci presenta potenzialmente 32 punti di conflitto tra veicoli e 24 punti di conflitto tra pedoni e vetture, che con l'introduzione di una rotatoria vengono entrambi contenuti in 8 punti di potenziale conflitto.

Figura 14 – Abbattimento dei punti di conflitto mediante introduzione di rotatoria



Analisi condotte in merito all'incidentalità stradale evidenziano come l'introduzione di una rotatoria in sede di una intersezione lineare porti ad una riduzione del 40% delle collisioni tra i veicoli, ad un abbattimento fino all'80% dei danni alle persone nei sinistri e ad una riduzione del 90% dei danni gravi e/o mortali alle persone coinvolte.

Figura 15 – Profili di velocità per rotatoria urbana



Si ha infatti contenimento della velocità, fattore che permette agli utenti di avere tempi di reazione più lunghi; inoltre i veicoli in rotatoria hanno velocità simili e la gravità degli incidenti è notevolmente ridotta perché non sono più presenti i forti squilibri cinematici che si hanno in una classica intersezione. In figura vengono riportate le velocità tipiche dei veicoli che s'immettono, attraversano ed escono da una rotatoria; per velocità iniziali di 40 km/h, 55 km/h e 70 km/h, la decelerazione ha inizio da 80 m dal centro dell'isola centrale.

Altri vantaggi derivano dalla riduzione dei tempi di fermata rispetto a quelli riscontrabili sulle intersezioni regolate mediante fasi semaforiche o regime di stop, visto che la



rotatoria è utilizzata in modo continuo; ciò comporta la diminuzione delle emissioni sonore grazie anche alle velocità ridotte e alla guida meno aggressiva.

Oltre a quanto esposto, si riscontra anche la diminuzione del consumo di carburante rispetto alle sopracitate intersezioni e, di conseguenza, un sempre auspicabile calo delle emissioni d'inquinanti in atmosfera.

Riassumendo, i principali vantaggi constano in:

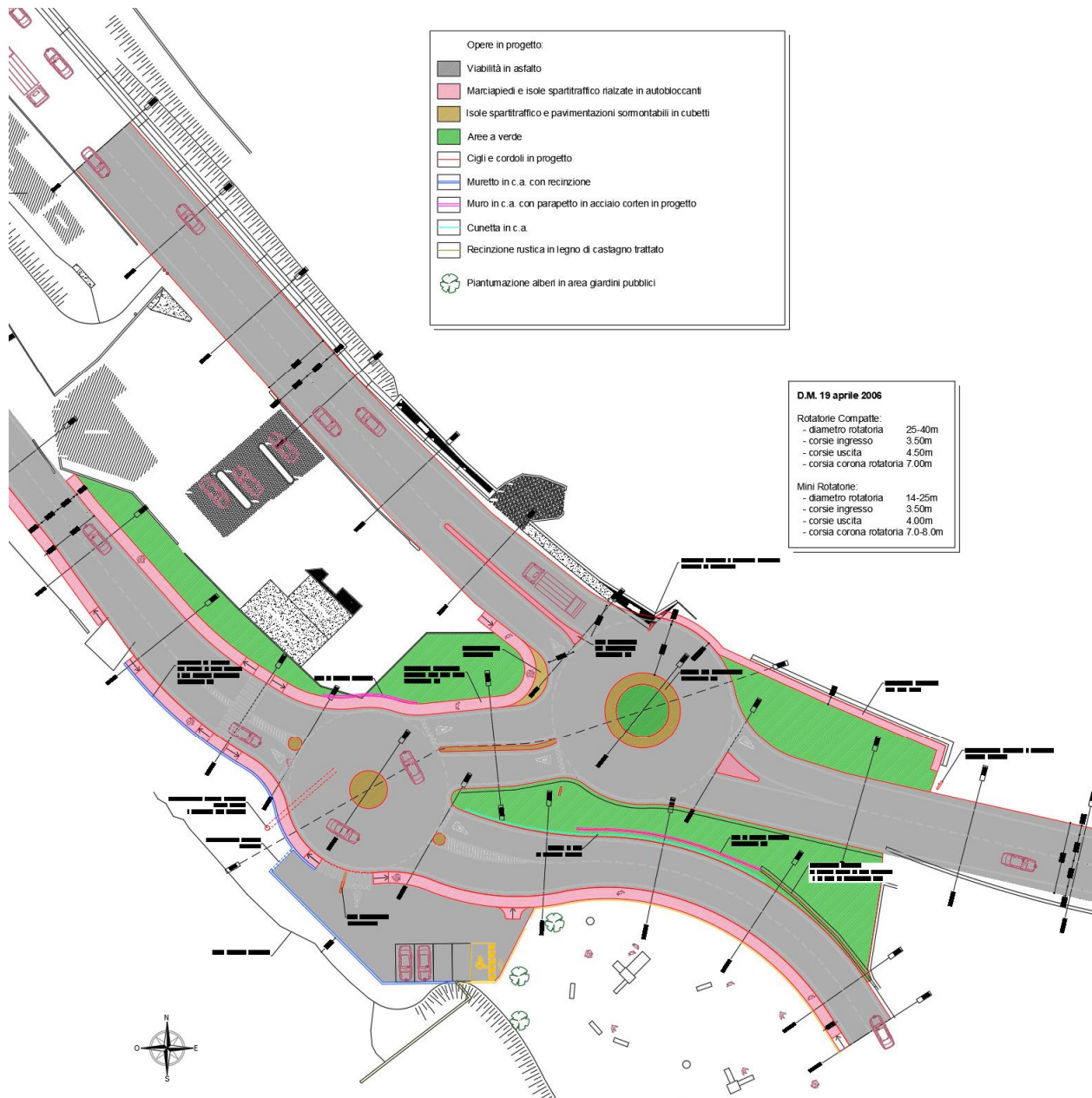
- minor numero di punti di conflitto rispetto alle intersezioni convenzionali;
- basse velocità dei mezzi che percorrono l'anello, che danno modo ai guidatori di avere maggiori tempi di reazione nelle situazioni di potenziale pericolo;
- velocità simili a carico dei diversi veicoli che impegnano il nodo (basse velocità relative);
- vantaggi a carico dei pedoni, che attraversano una sola direzione di traffico alla volta in ogni approccio: inoltre le isole direzionali offrono loro rifugio e protezione, permettendo quindi di attraversare la strada in più intervalli;
- ridotta velocità dei veicoli a due ruote, entranti ed uscenti, grazie ad una idonea configurazione del nodo;
- eliminazione delle manovre di svolta a sinistra, causa della maggior parte degli incidenti mortali alle intersezioni convenzionali;
- facilità di decisione (solo svolta a destra) per ogni ramo di entrata;
- azione di responsabilizzazione dell'utenza: la rotatoria, a differenza ad esempio di un incrocio regolato con fasi semaforiche, costringe il conducente a prestare una maggiore attenzione;
- possibilità di effettuare in sicurezza una manovra per lo più proibita presso gli incroci tradizionali, ovvero l'inversione di marcia ("U" turn).

Sono pertanto evidenti i benefici che potrebbero conseguirsi nell'ambito della sicurezza stradale con un tale intervento.

## 7.1 PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Di seguito si riporta una breve descrizione delle principali caratteristiche geometriche dell'intervento atteso, che sono quelle che verranno utilizzate per implementare il modello di microsimulazione statica SIDRA 8.0.

*Figura 16 – La doppia rotatoria in progetto*



Come riportato in figura, lungo via Traforo verrà realizzata una rotatoria compatta, del diametro totale pari a 25 metri, con isola centrale non sormontabile del diametro di 10 metri e corona giratoria della larghezza pari a 7 metri.



Tutti i rami di adduzione alla rotatoria si caratterizzeranno per la presenza di una corsia in accesso a quest'ultima avente una larghezza pari a 3,5 metri, ed una corsia in uscita avente larghezza pari a 4,5 metri.

Lungo via Folis verrà invece realizzata una minirotatoria avente diametro totale pari a 22 metri, con isola centrale sormontabile avente larghezza pari a 5 metri.

La corona giratoria avrà una larghezza pari a 8 metri, le corsie in accesso al nodo una larghezza pari a 3,5 metri mentre quelle in uscita pari a 4 metri.

L'asta di connessione tra le due rotatorie avrà uno sviluppo lineare indicativamente pari a 16 metri, con corsie separate da uno spartitraffico sormontabile.





## 8 METODOLOGIA “WHAT IF”; FLUSSI E SVOLTE IPOTIZZATE

Si è già ampiamente esposto in merito alla metodologia che si intende in questa sede adottare al fine di generare degli scenari di traffico oltremodo penalizzanti per la rete oggetto di analisi.

I flussi attualmente interessanti via Traforo e via Folis nel corso dell'ora di massima punta sono stati convertiti in veicoli equivalenti, ed arrotondati per eccesso rispetto ai dati originariamente forniti da Città Metropolitana e dal vice Comandante dei Vigili.

*Ora, in applicazione della sopracitata metodologia, tali flussi sono stati aumentati in maniera oltremodo considerevole, applicando un incremento, rispetto ai traffici attuali, pari al 50% lungo via Traforo, ed al 400% lungo via Folis.*

È evidente che si tratti di assunti molto forti, ed ipotesi che difficilmente troveranno mai riscontro nella realtà locale, stante il fatto che all'atto pratico si va ad attribuire un traffico veicolare lungo via Folis prossimo a quello che attualmente contraddistingue la SR10 in corrispondenza dell'area di intervento.

Appare pertanto ragionevolmente logico comprendere come conseguire soddisfacenti risultati dalle verifiche prestazionali in tali condizioni significhi poter presumibilmente asserire che l'intervento atteso sarà in grado di garantire adeguati standard prestazionali anche in condizioni di traffico ordinario.

Con specifico riferimento all'ora di punta della mattina derivano pertanto i flussi riportati nella successiva tabella.

*Tabella 10 – Flussi di traffico nell'ora di punta del mattino*

Arteria	Direzione	Stato di fatto	Ipotesi “what if”
SR10 via Traforo	Chieri	609	914
	Torino	476	714
Via Folis	Chieri	112	448
	Torino	88	352

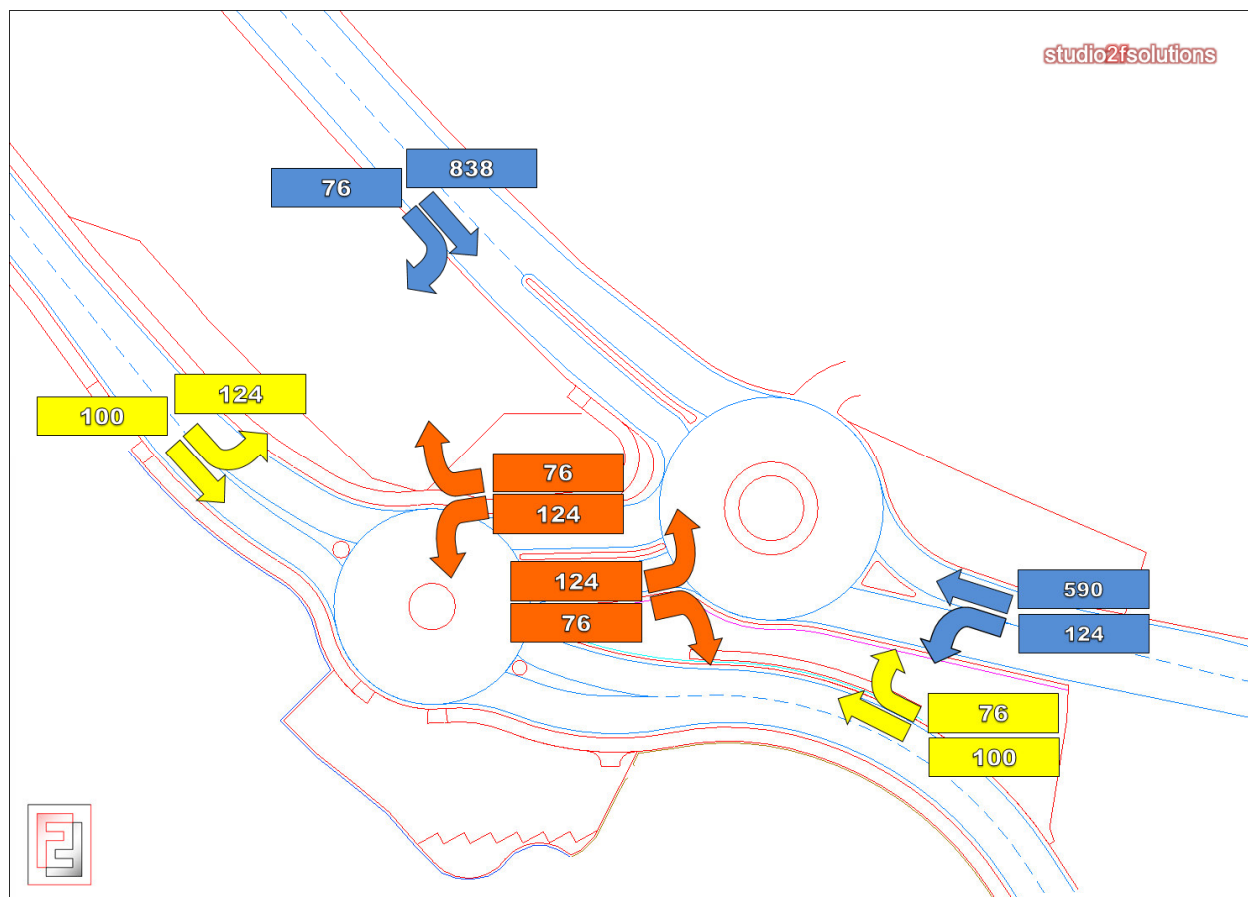


Al fine di inserire un'ulteriore condizione particolarmente penalizzante a carico dell'infrastruttura in progetto si è inoltre ipotizzato che lungo l'asta di connessione tra le due rotatorie debba poter essere smaltito un flusso doppio rispetto a quello attualmente circolante su via Folis, pari pertanto a 400 veicoli equivalenti bidirezionali.

Non da ultimo, essendo un elemento che incide molto negativamente sulle caratteristiche prestazionali di una rotatoria, si è assunto che le manovre maggiormente penalizzanti, ovvero quelle che percorrono il maggiore tragitto all'interno della corona giratoria, fossero quelle quantitativamente più importanti.

Su tali basi deriva pertanto l'ipotesi di flussi in manovra nel corso dell'ora di punta mattutina presso la doppia rotatoria riportata nella sottostante immagine.

*Figura 17 – Ora di punta del mattino: ipotesi “what if” relativa alle manovre di svolta*

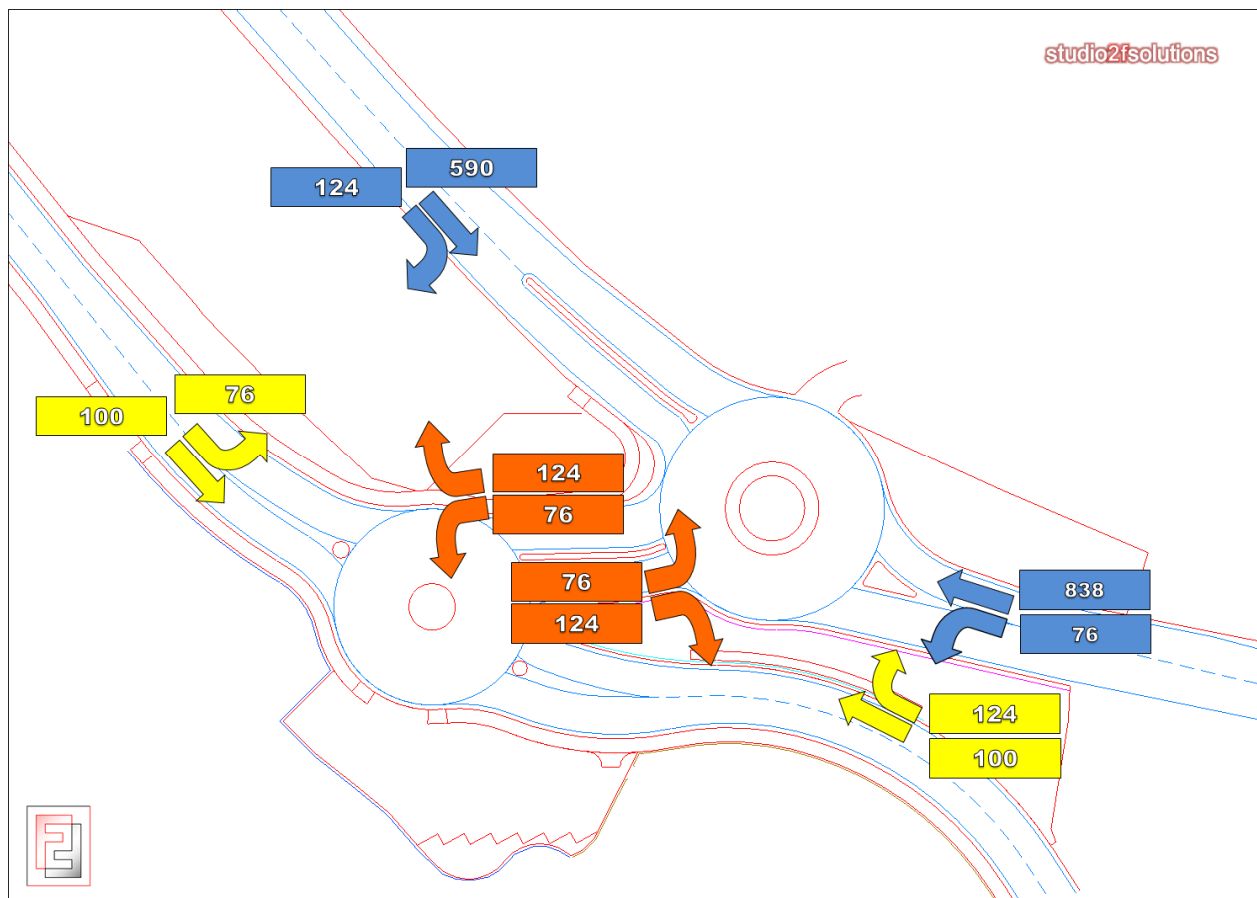


È evidente come la situazione ipotizzata per l'ora di punta del mattino sia quella maggiormente gravosa ai fini dell'ottimale deflusso veicolare, dal momento che l'ipotetico rientro pomeridiano, a flussi inversi, comporterebbe l'inversione anche delle

manovre di svolta più penalizzanti, ovvero quelle numericamente maggiori operate verso sinistra percorrendo gran parte dell'anello giratorio.

Il flusso "di rientro" pomeridiano si caratterizzerebbe per avere le manovre di svolta maggiormente impattanti operate verso destra, quindi con maggior facilità di immissione e minore impatto nei confronti delle altre direttrici in accesso al nodo, come visibile nella successiva immagine.

*Figura 18 – Ora di punta del pomeriggio: ipotesi "what if" relativa alle manovre di svolta*



Per tali motivi le successive simulazioni verranno condotte con riferimento all'ora di punta del mattino, che all'atto pratico risulta essere, per i diversi motivi sopra esposti, quella che sottopone a maggiore pressione il nodo in progetto.



## 9 SCENARIO “WHAT IF”: VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI ASSI E NODI

La verifica dei parametri prestazionali nell'ipotetico scenario definito attraverso la metodologia “what if” è stata condotta individuando il Livello di Servizio del nodo composito e delle sezioni afferenti a quest'ultimo nel corso dell'ora di massima punta definita con i flussi veicolari ipotizzati. In particolare sono stati considerati i seguenti indicatori prestazionali:

- il livello di servizio (LOS), il rapporto flusso/capacità (V/C) ed il PTFS<sup>4</sup> delle sezioni stradali, calcolati secondo la metodologia convenzionale;
- il livello di servizio globale del nodo, calcolato attraverso la micro-simulazione statica su intersezione singola;
- la lunghezza delle code sui singoli rami di ingresso alle intersezioni, calcolati anch'esse attraverso la micro-simulazione statica su intersezione singola.

### 9.1 LA VERIFICA PRESTAZIONALE DELLE ARTERIE

Il livello di servizio, il rapporto flusso/capacità ed il PTSF sono stati calcolati secondo la metodologia contenuta nell'*Highway Capacity Manual*; per una corretta rispondenza alla metodologia adottata nel suddetto manuale, ci si è avvalsi del software HCS 2000, appositamente studiato per il calcolo dei livelli di servizio. Tale software genera una *scheda di calcolo* che contiene tutte le informazioni di dettaglio: al fondo di ogni scheda sono riportate molteplici indicazioni relative alle caratteristiche prestazionali dell'arteria, unitamente ai dati relativi al LoS, al rapporto V/C (qualora vi fossero arterie con più di una corsia per senso di marcia viene fornita la densità veicolare D<sup>5</sup>, in sede del noto rapporto V/C che caratterizza invece le normali arterie bidirezionali a singola corsia per senso di marcia) ed al PTSF.

Ai fini delle simulazioni sono stati considerati i veicoli equivalenti.

---

<sup>4</sup> PTFS: Percent Time Spent Following, è un indicatore percentuale rispetto al tempo totale di viaggio che evidenzia per quanto tempo i veicoli sono obbligati a viaggiare in plotoni accodati dietro a veicoli più lenti a causa dell'impossibilità di effettuare la manovra di sorpasso.

<sup>5</sup> La densità veicolare è espressa come pc/km/ln, ovvero come autoveicoli presenti lungo un km di corsia.



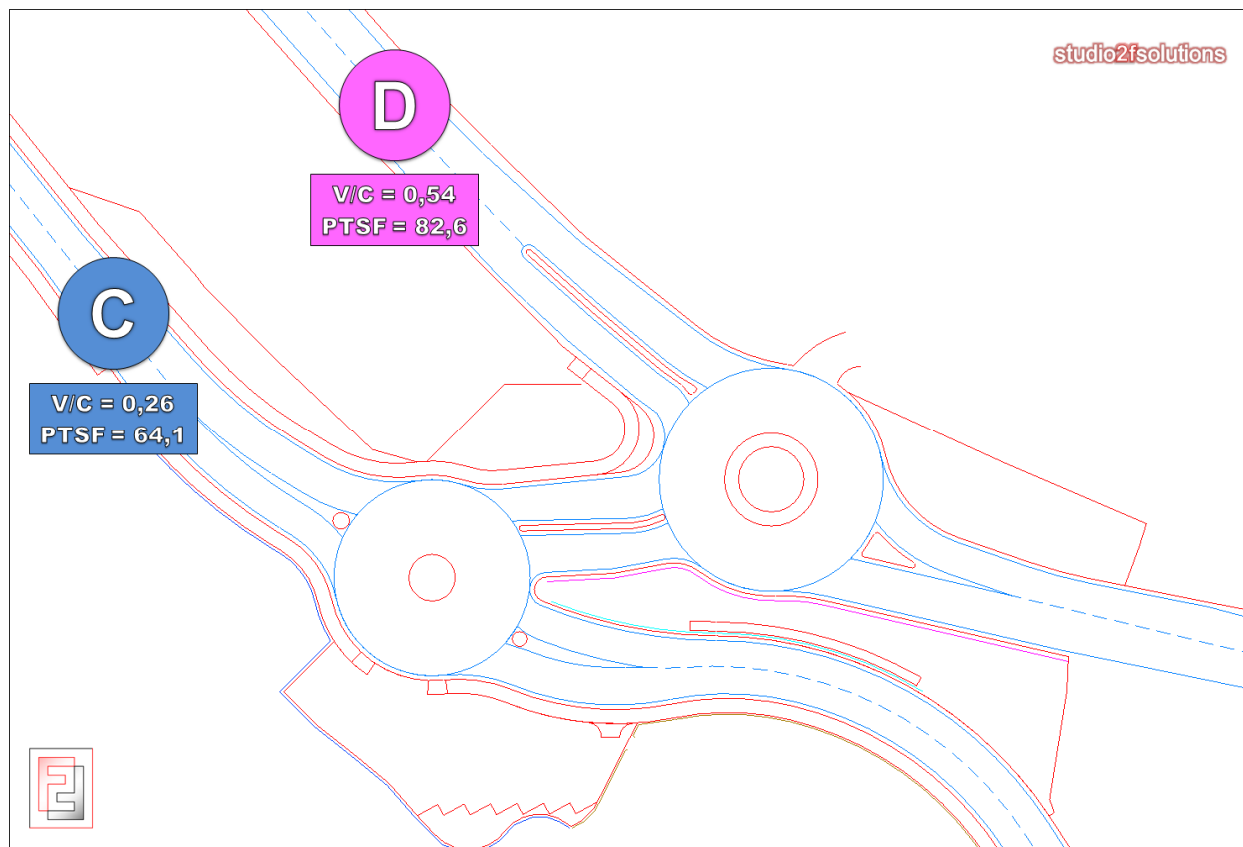
In linea generale risulta evidente come le sezioni facenti capo ai nodi oggetto di analisi si contraddistinguano, anche in questo scenario altamente penalizzante, per la presenza di soddisfacenti caratteristiche prestazionali e per il permanere di margini di capacità prossimi al 50%. Nella sottostante tabella vengono riportati i flussi equivalenti presso le sezioni facenti capo al nodo oggetto di analisi, unitamente ai relativi Livelli di Servizio, ai rapporti Flusso/Capacità (V/C) ed al PTSF.

*Tabella 11 – Flussi di traffico rilevati in sezione nell'ora di punta del mattino*

SEZIONE	UBICAZIONE	N° corsie	DIREZIONE	FLUSSO OMOG. (v/h)	LOS	V/C	PTSF
1	VIA TRAFORO	1	NODO	914	D	0.54	82.6
		1	TRAFORO	714			
2	VIA FOLIS	1	NODO	448	C	0.26	64.1
		1	SCUOLA	352			

Tali dati trovano puntuale rappresentazione anche nelle successiva immagine.

*Figura 19 – LOS e V/C in sezione nel corso della punta mattutina*



In seguito vengono inoltre riportate le schede prodotte dal software di simulazione.



TWO-WAY TWO-LANE HIGHWAY SEGMENT WORKSHEET			
<b>General Information</b>		<b>Site Information</b>	
Analyst	DOTT. ING. FILIPPO FERRARI	Highway	VIA TRAFORO
Agency or Company	www.studio2fsolutions.com	From/To	SEZIONE 01
Date Performed	2020	Jurisdiction	COMUNE DI PINO TORINESE
Analysis Time Period	H PUNTA MATTNO	Analysis Year	IPOTESI WHAT IF
<b>Input Data</b>			
<p style="text-align: center;">Shoulder width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Lane width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Lane width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Shoulder width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Segment length, <math>L_1</math> _____ mi</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <input type="checkbox"/> Class I highway  <input checked="" type="checkbox"/> Class II highway         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Level  <input type="checkbox"/> Rolling         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>           Terrain <input checked="" type="checkbox"/> Level            Two-way hourly volume 1628 veh/h            Directional split 56 / 44            Peak-hour factor, PHF 0.95            No-passing zone 50         </div> <div>           % Trucks and Buses, <math>P_T</math> 0 %            % Recreational vehicles, <math>P_R</math> 0 %            Access points/ km 5         </div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Show North Arrow</p> </div>	
<b>Average Travel Speed</b>			
Grade adjustment factor, $f_G$ (Exhibit 20-7)		1.00	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-9)		1.1	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-9)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{HV} = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))$		1.000	
Two-way flow rate <sup>1</sup> , $v_p$ (pc/h) $v_p = V / (PHF * f_G * f_{HV})$		1714	
$v_p$ * highest directional split proportion <sup>2</sup> (pc/h)		960	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field Measured speed, $S_{FM}$ km/h		Base free-flow speed, $BFFS_{FM}$ 100.0 km/h	
Observed volume, $V_f$ veh/h		Adj. for lane width and shoulder width <sup>3</sup> , $f_{LS}$ (Exhibit 20-5) 4.2 km/h	
Free-flow speed, $FFS = S_{FM} + 0.00776(V_f / f_{HV})$ 92.5 km/h		Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6) 3.3 km/h	
		Free-flow speed, $FFS$ ( $FSS = BFFS - f_{LS} - f_A$ ) 92.9 km/h	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		1.4	
Average travel speed, $ATS$ (km/h) $ATS = FFS - 0.00776 v_p - f_{np}$		69.6	
<b>Percent Time-Spent-Following</b>			
Grade Adjustment factor, $f_G$ (Exhibit 20-8)		1.00	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{HV} = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))$		1.000	
Two-way flow rate <sup>1</sup> , $v_p$ (pc/h) $v_p = V / (PHF * f_G * f_{HV})$		1714	
$v_p$ * highest directional split proportion <sup>2</sup> (pc/h)		960	
Base percent time-spent-following, $BPTSF(\%)$ $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		77.8	
Adj. for directional distribution and no-passing zone, $f_{d/np}(\%)$ (Exh. 20-12)		4.7	
Percent time-spent-following, $PTSF(\%)$ $PTSF = BPTSF + f_{d/np}$		82.6	
<b>Level of Service and Other Performance Measures</b>			
Level of service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		D	
Volume to capacity ratio $v/c$ $v/c = V_p / 3,200$		0.54	
Peak 15-min veh-miles of travel, $VMT_{15}$ (veh-km) $VMT_{15} = 0.25 L_1 (V / PHF)$		214	
Peak-hour vehicle-miles of travel, $VMT_{60}$ (veh-km) $VMT_{60} = V * L_1$		814	
Peak 15-min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = VMT_{15} / ATS$		3.1	
<b>Notes</b>			
1. If $v_p \geq 3,200$ pc/h, terminate analysis-the LOS is F.      2. If highest directional split $v_p \geq 1,700$ pc/h, terminated anlysis-the LOS is F.			



TWO-WAY TWO-LANE HIGHWAY SEGMENT WORKSHEET			
<b>General Information</b>		<b>Site Information</b>	
Analyst	DOTT. ING. FILIPPO FERRARI	Highway	VIA FOLIS
Agency or Company	www.studio2fsolutions.com	From/To	SEZIONE 02
Date Performed	2020	Jurisdiction	COMUNE DI PINO TORINESE
Analysis Time Period	H PUNTA MATTNO	Analysis Year	IPOTESI WHAT IF
<b>Input Data</b>			
<p style="text-align: center;">Shoulder width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Lane width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Lane width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Shoulder width _____ ft</p> <p style="text-align: center;">Segment length, <math>L_1</math> _____ mi</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <input type="checkbox"/> Class I highway  <input checked="" type="checkbox"/> Class II highway         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Level  <input type="checkbox"/> Rolling         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>           Two-way hourly volume            Directional split            Peak-hour factor, PHF            No-passing zone         </div> <div>           800 veh/h            56 / 44            0.95            50         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div>           % Trucks and Buses, <math>P_T</math>            % Recreational vehicles, <math>P_R</math>            Access points/ km         </div> <div>           0 %            0 %            3         </div> </div> <p style="text-align: center;">Show North Arrow</p>	
<b>Average Travel Speed</b>			
Grade adjustment factor, $f_G$ (Exhibit 20-7)		1.00	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-9)		1.2	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-9)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{HV}$ $f_{HV} = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))$		1.000	
Two-way flow rate <sup>1</sup> , $v_p$ (pc/h) $v_p = V / (PHF * f_G * f_{HV})$		842	
$v_p$ * highest directional split proportion <sup>2</sup> (pc/h)		472	
Free-Flow Speed from Field Measurement		Estimated Free-Flow Speed	
Field Measured speed, $S_{FM}$ _____ km/h	Base free-flow speed, $BFFS_{FM}$ _____ km/h	100.0	
Observed volume, $V_f$ _____ veh/h	Adj. for lane width and shoulder width <sup>3</sup> , $f_{LS}$ (Exhibit 20-5)	4.2	
Free-flow speed, $FFS = S_{FM} + 0.00776(V_f / f_{HV})$ _____ km/h	Adj. for access points, $f_A$ (Exhibit 20-6)	2.0	
	Free-flow speed, $FFS$ ( $FSS = BFFS - f_{LS} - f_A$ )	93.8	
Adj. for no-passing zones, $f_{np}$ (km/h) (Exhibit 20-11)		3.4	
Average travel speed, $ATS$ (km/h) $ATS = FFS - 0.00776 v_p f_{np}$		79.9	
<b>Percent Time-Spent-Following</b>			
Grade Adjustment factor, $f_G$ (Exhibit 20-8)		1.00	
Passenger-car equivalents for trucks, $E_T$ (Exhibit 20-10)		1.1	
Passenger-car equivalents for RVs, $E_R$ (Exhibit 20-10)		1.0	
Heavy-vehicle adjustment factor, $f_{HV}$ $f_{HV} = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))$		1.000	
Two-way flow rate <sup>1</sup> , $v_p$ (pc/h) $v_p = V / (PHF * f_G * f_{HV})$		842	
$v_p$ * highest directional split proportion <sup>2</sup> (pc/h)		472	
Base percent time-spent-following, $BPTSF(\%)$ $BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879 v_p})$		52.3	
Adj. for directional distribution and no-passing zone, $f_{dnp}(\%)$ (Exh. 20-12)		11.8	
Percent time-spent-following, $PTSF(\%)$ $PTSF = BPTSF + f_{dnp}$		64.1	
<b>Level of Service and Other Performance Measures</b>			
Level of service, LOS (Exhibit 20-3 for Class I or 20-4 for Class II)		C	
Volume to capacity ratio $v/c$ $v/c = V_p / 3,200$		0.26	
Peak 15-min veh-miles of travel, $VMT_{15}$ (veh-km) $VMT_{15} = 0.25 L_1 (V / PHF)$		105	
Peak-hour vehicle-miles of travel, $VMT_{60}$ (veh-km) $VMT_{60} = V * L_1$		400	
Peak 15-min total travel time, $TT_{15}$ (veh-h) $TT_{15} = VMT_{15} / ATS$		1.3	
<b>Notes</b>			
1. If $v_p \geq 3,200$ pc/h, terminate analysis-the LOS is F.      2. If highest directional split $v_p \geq 1,700$ pc/h, terminated analysis-the LOS is F.			





## 9.2 LA VERIFICA PRESTAZIONALE DELLA DOPPIA ROTATORIA

Attraverso l'utilizzo del software SIDRA 8.0 è stato possibile valutare le caratteristiche prestazionali del nodo oggetto del presente studio. Di seguito vengono pertanto fornite le immagini e le tabelle derivanti dall'applicazione del software di micro-simulazione e contenenti le seguenti informazioni:

- layout rappresentante la modellizzazione operata a carico delle intersezioni oggetto di valutazione;
- flussi di traffico afferenti sulle intersezioni, con dettaglio delle manovre operate;
- livello di servizio dei diversi rami di adduzione alle intersezioni;
- massime code simulate sui diversi rami di adduzione alle intersezioni.

Si sottolinea come siano state debitamente implementate le caratteristiche geometriche e di gestione dei flussi di ciascuna rotatoria; in particolare, stante la particolare conformazione dovuta alla presenza di due distinti nodi ravvicinati, le simulazioni sono state condotte utilizzando l'apposita funzione "network", che tiene in debita considerazione le mutue interazioni derivanti dalla prossimità dei nodi.

Nella successiva tabella riepilogativa viene riportato il Livello di Servizio del nodo nel suo complesso (Tabella 12); ai fini delle simulazioni sono stati utilizzati i veicoli equivalenti.

*Tabella 12 – Scenario "what if": livello di servizio e massima coda simulata (95-esimo percentile) presso la doppia rotatoria nel corso dell'ora di punta del mattino*

<b>INTERSEZIONE</b>	<b>LOS GLOBALE INTERSEZIONE</b>	<b>MASSIMA CODA SIMULATA (metri)</b>
NODO COMPOSITO (doppia rotatoria di connessione tra via Traforo e via Folis)	C	86

Come riportato in tabella, anche in condizioni oltremodo penalizzanti la doppia rotatoria presenta parametri prestazionali soddisfacenti, con un livello di servizio pari a C, e code massime che nel 5% dei casi possono superare gli 86 metri (95-esimo percentile) lungo il ramo nord di via Traforo. Preme evidenziare come nel 95% dei casi le code massime non superino i 20 metri lungo l'asta di connessione tra le due rotatorie, evitando quindi che si formino colli di bottiglia e perturbazioni a carico della rete nel complesso.

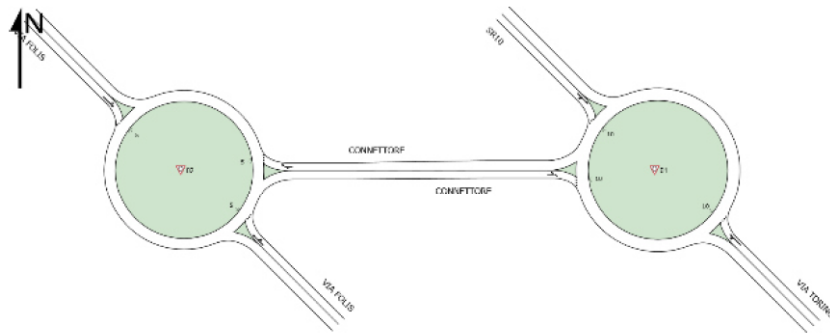


Figura 20 – Doppia rotatoria in progetto: layout della modellizzazione operata

## NETWORK LAYOUT

### Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

Verifica "what if" su doppia rotatoria - punta mattutina  
Network Category: Doppia rotatoria



SITES IN NETWORK		
Site ID	CCG ID	Site Name
01	NA	ROTATORIA 1 SR10
02	NA	ROTATORIA 2 VIA FOLIS

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: DOTT. ING. FILIPPO FERRARI | Created: mercoledì 22 aprile 2020 15:10:22

Project: L:\LAVORO\STUDIO2F\2020\2020\_PINO\_ROTATORIA\Elaborazioni\SIDRA\2020\_PINO\_ROTATORIA\_NETWORK\_00\_01.sip8

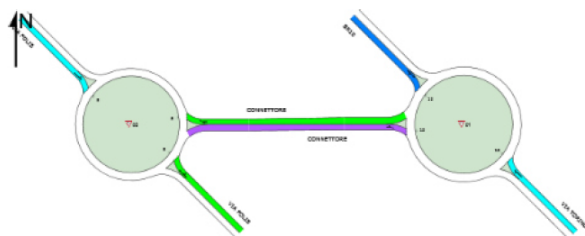
Figura 21 – Doppia rotatoria in progetto: Livello di Servizio dell'intersezione

## LANE LEVEL OF SERVICE

Lane Level of Service for Network Sites

### Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

Verifica "what if" su doppia rotatoria - punta mattutina  
Network Category: Doppia rotatoria



Colour code based on Level of Service



Delay model settings are specified for individual Sites forming the Network.

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: DOTT. ING. FILIPPO FERRARI | Processed: mercoledì 22 aprile 2020 15:17:39

Project: L:\LAVORO\STUDIO2F\2020\2020\_PINO\_ROTATORIA\Elaborazioni\SIDRA\2020\_PINO\_ROTATORIA\_NETWORK\_00\_01.sip8



## Tabella 13 – Doppia rotatoria: tabella riepilogativa dei principali parametri prestazionali

### NETWORK SUMMARY

#### Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

Verifica "what if" su doppia rotatoria - punta mattutina

Network Category: Doppia rotatoria

Network Performance - Hourly Values			
Performance Measure	Vehicles	Per Unit Distance	Persons
Network Level of Service (LOS)	LOS C		
Travel Time Index	6,90		
Speed Efficiency	0,72		
Congestion Coefficient	1,39		
Travel Speed (Average)	43,3 km/h		43,3 km/h
Travel Distance (Total)	2643,0 veh-km/h		3171,5 pers-km/h
Travel Time (Total)	61,1 veh-h/h		73,3 pers-h/h
Desired Speed	60,0 km/h		
Demand Flows (Total for all Sites)	3398 veh/h		4077 pers/h
Arrival Flows (Total for all Sites)	3398 veh/h		4077 pers/h
Demand Flows (Entry Total)	2556 veh/h		
Midblock Inflows (Total)	0 veh/h		
Midblock Outflows (Total)	0 veh/h		
Percent Heavy Vehicles (Demand)	0,0 %		
Percent Heavy Vehicles (Arrival)	0,0 %		
Degree of Saturation	0,945		
Control Delay (Total)	16,37 veh-h/h		19,64 pers-h/h
Control Delay (Average)	17,3 sec		17,3 sec
Control Delay (Worst Lane)	40,7 sec		
Control Delay (Worst Movement)	42,2 sec		42,2 sec
Geometric Delay (Average)	5,0 sec		
Stop-Line Delay (Average)	12,4 sec		
Queue Storage Ratio (Worst Lane)	1,00		
Total Effective Stops	3288 veh/h		3945 pers/h
Effective Stop Rate	0,97	1,24 per km	0,97
Proportion Queued	0,84		0,84
Performance Index	127,0		127,0



Figura 22 – Rotatoria su SR10: dati di input (phf = 0,95)

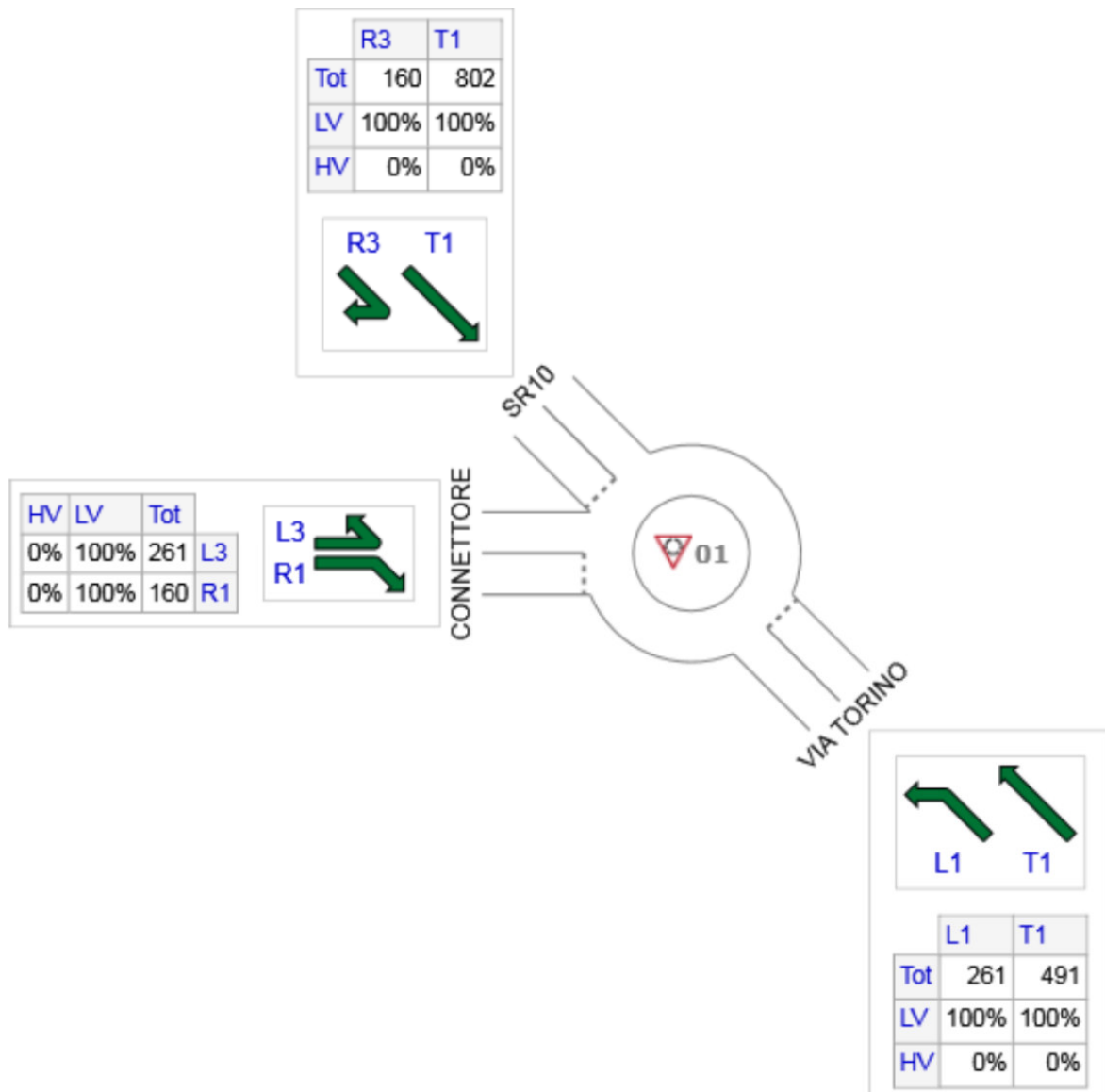
## OD MOVEMENT ARRIVAL FLOWS

Site Origin - Destination Movement Arrival Flow Rates including Capacity Constraint Effects (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

Site: 01 [ROTATORIA 1 SR10]

ROTATORIA ACCOPPIATA SR10-VIA FOLIS  
Site Category: ROTATORIA COMPATTA  
Roundabout



	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
SE: VIA TORINO	752	752	0
NW: SR10	962	962	0
W: CONNETTORE	421	421	0
Total	2135	2135	0

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com

Organisation: DOTT. ING. FILIPPO FERRARI | Processed: mercoledì 22 aprile 2020 15:17:39

Project: L:\LAVORO\STUDIO2F\2020\PINO\_ROTATORIA\Elaborazioni\SIDRA\2020\_PINO\_ROTATORIA\_NETWORK\_00\_01.sip8



Figura 23 – Rotatoria su via Folis: dati di input (phf = 0,95)

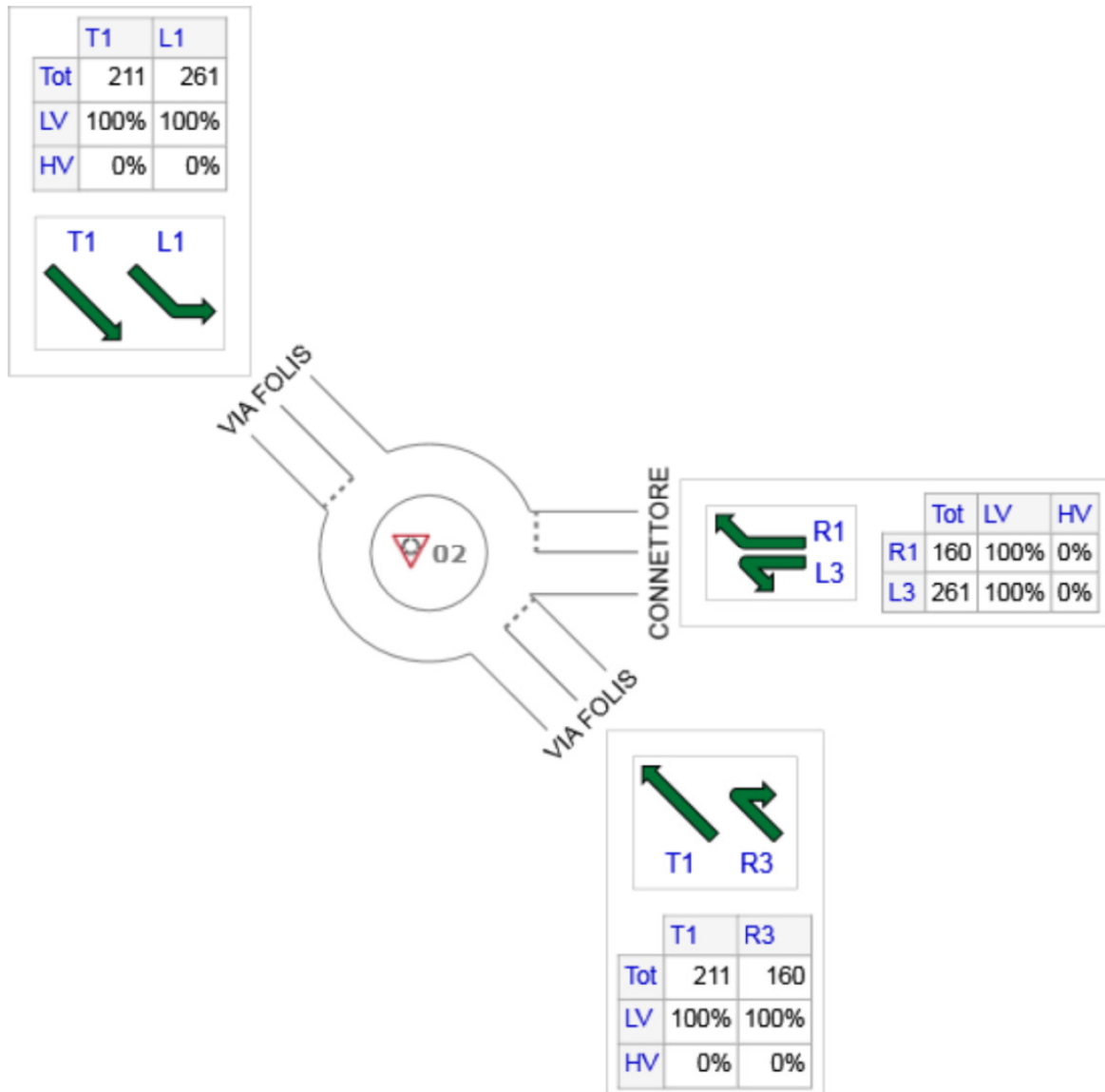
## OD MOVEMENT ARRIVAL FLOWS

Site Origin - Destination Movement Arrival Flow Rates including Capacity Constraint Effects (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

Site: 02 [ROTATORIA 2 VIA FOLIS]

DOPPIA ROTATORIA SR10 - VIA FOLIS  
Site Category: MINI ROTATORIA  
Roundabout



	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
SE: VIA FOLIS	371	371	0
E: CONNETTORE	421	421	0
NW: VIA FOLIS	472	472	0
Total	1263	1263	0

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: DOTT. ING. FILIPPO FERRARI | Processed: mercoledì 22 aprile 2020 15:17:39  
Project: L:\LAVORO\STUDIO2F\2020\2020\_PINO\_ROTATORIA\Elaborazioni\SIDRA\2020\_PINO\_ROTATORIA\_NETWORK\_00\_01.sip8



Figura 24 – Rotatoria su SR10: massime code simulate (95-esimo percentile)

## QUEUE DISTANCE (%ILE)

Largest Aver. Back of Queue Distance for any lane used by vehicle movement (metres)

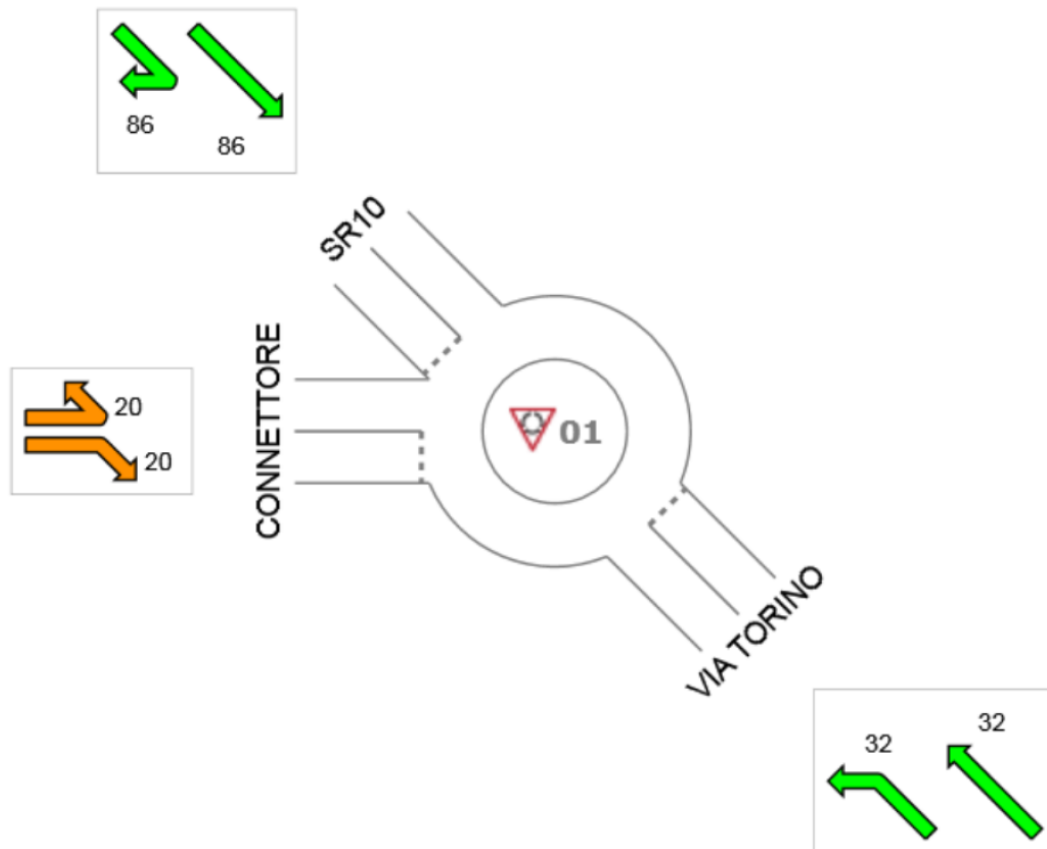
 Site: 01 [ROTATORIA 1 SR10]

Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

ROTATORIA ACCOPPIATA SR10-VIA FOLIS  
Site Category: ROTATORIA COMPATTA  
Roundabout

### All Movement Classes

	Approaches			Intersection
	Southeast	Northwest	West	
Vehicle Queue (%ile)	32	86	20	86



Colour code based on Queue Storage Ratio

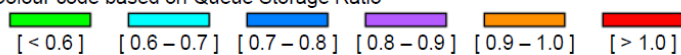






Figura 25 – Rotatoria su via Folis: massime code simulate (95-esimo percentile)

## QUEUE DISTANCE (%ILE)

Largest Aver. Back of Queue Distance for any lane used by vehicle movement (metres)

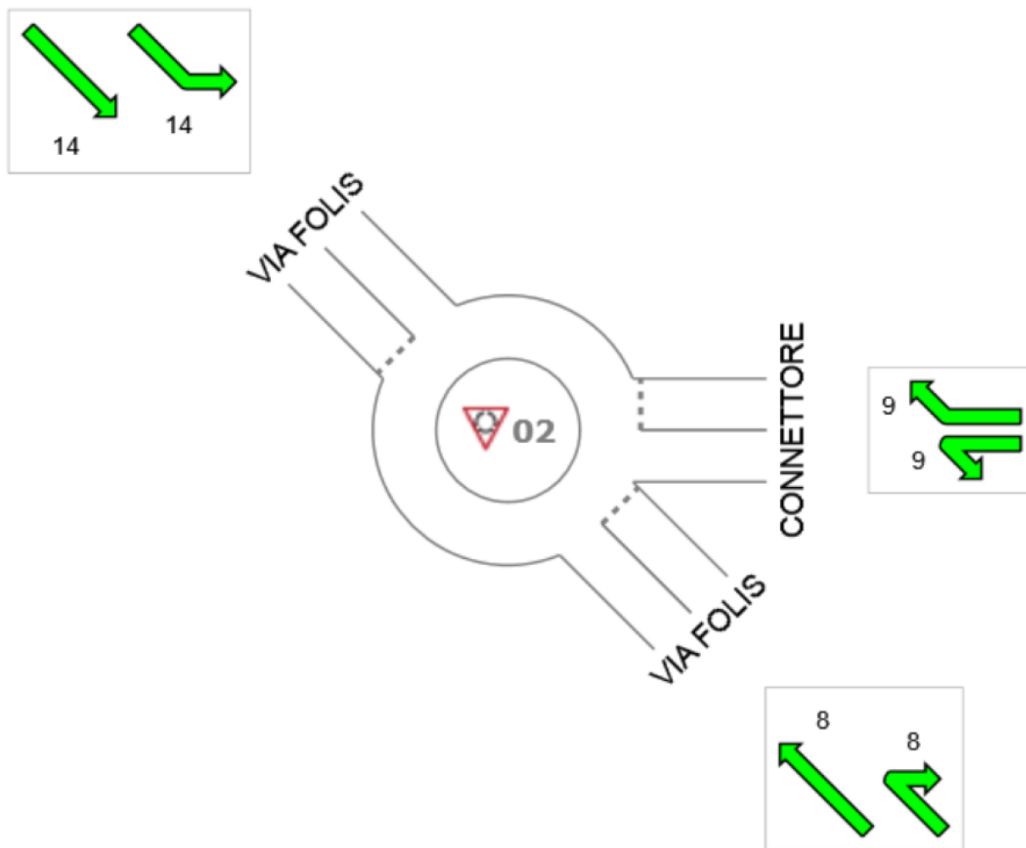
 Site: 02 [ROTATORIA 2 VIA FOLIS]

Network: N\_01 [Pino T.se - doppia rotatoria SR10]

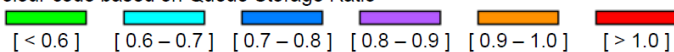
DOPPIA ROTATORIA SR10 - VIA FOLIS  
Site Category: MINI ROTATORIA  
Roundabout

### All Movement Classes

	Approaches			Intersection
	Southeast	East	Northwest	
Vehicle Queue (%ile)	8	9	14	14



Colour code based on Queue Storage Ratio





## 10 CONCLUSIONI

Nell'ambito dell'intervento volto ad introdurre una doppia rotatoria lungo la SR10, in via Traforo a Pino Torinese, di connessione con via Folis, sono state condotte delle valutazioni trasportistiche volte a definire il buon funzionamento di quest'ultima, in modo che possa venire assicurato, una volta a regime, un adeguato deflusso veicolare.

In assenza di dati di traffico censiti direttamente in loco nel corso delle fasce orarie di punta del traffico cittadino, si è fatto riferimento al materiale disponibile e messo gentilmente a disposizione da Città Metropolitana, e sono state inoltre assunte svariate informazioni presso il Comando del Corpo di Polizia Municipale di Pino Torinese.

Una volta definiti i traffici che in condizioni ordinarie interessano, nel corso dell'ora di punta, via Traforo e via Folis, è stata applicata la metodologia "what if", metodologia volta a ipotizzare situazioni di afflusso veicolare "eccezionale" che in condizioni normali sarebbero altamente improbabili, se non addirittura impossibili.

Gli attuali traffici della SR10 nell'ora di punta mattutina sono quindi stati incrementati in maniera considerevole, e quelli di via Folis portati a valori prossimi a quelli che attualmente contraddistinguono via Traforo, ipotizzando inoltre la presenza di manovre di elevata consistenza che hanno portato a caricare il breve tratto di connessione tra le due rotatorie con 400 veicoli bidirezionali, all'atto pratico triplicando i flussi reali che attualmente interessano via Folis nel momento di maggiore afflusso, ovvero in corrispondenza dell'ingresso al plesso scolastico.

Le simulazioni condotte hanno evidenziato come l'intervento in progetto risulti essere in grado di garantire, anche in tali situazioni fortemente penalizzanti, buone caratteristiche prestazionali, con un livello di servizio complessivamente pari a C.

Non da ultimo, come esposto nel documento, occorre considerare come l'introduzione della doppia rotatoria porterà a conseguire un maggiore standard di sicurezza a carico della circolazione nell'area, sgravando da svariate interferenze gli incroci che attualmente sono interessati dalle manovre di svolta generate dalle mutue interazioni tra la SR10 e via Folis.