



**COMUNE DI ORIGGIO**  
PROVINCIA DI VARESE

**NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIE VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.**

**STUDIO DI TRAFFICO**



TAU Engineering srl  
p.iva e c.f. 11045890966  
t +39 02 26417244

Certificato UNI EN ISO 9001  
n° 24163/01/S  
emesso da RINA Services SpA

associato



via Oslavia, 18/7  
20134 Milano

tecnico@tauengineering.net  
tau@pec.tauengineering.net  
www.t-au.com

direzione tecnica



n° elaborato

**2**

commessa	fase	livello	tipo	prog	rev	scala
4007	ST	A	RG	01	A	-

Oggetto

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

rev	data	autore	verifica	approvazione
A	20.05.2020	Valentina Zangirolami	Marco Salvadori	Giorgio Morini
B				
C				
D				

La proprietà intellettuale di questo documento è riservata alla società TAU Engineering srl ai sensi di legge. Il presente documento non può pertanto essere utilizzato per alcun scopo eccetto quello per il quale è stato realizzato e fornito senza l'autorizzazione scritta di TAU Engineering srl né venire comunicato a terzi o riprodotto. La società proprietaria tutela i propri diritti a rigore di legge.

## **SOMMARIO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>STRUMENTI URBANISTICI .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>OFFERTA DI MOBILITA' .....</b>	<b>6</b>
3.1.	Stato di fatto.....	6
3.2.	Scenario di progetto.....	7
<b>4.</b>	<b>DOMANDA DI MOBILITÀ .....</b>	<b>10</b>
4.1.	Stato di fatto.....	10
4.1.1.	Flussi veicolari in sezione – conteggi automatici.....	12
4.1.2.	Matrice Origine/Destinazione .....	14
4.2.	Scenari di progetto.....	19
4.2.1.	Stima del traffico indotto – Funzione commerciale .....	20
4.2.2.	Stima del traffico indotto totale.....	22
<b>5.</b>	<b>IL MODELLO DI CALCOLO.....</b>	<b>29</b>
5.1.	Teoria dei modelli di microsimulazione dinamica.....	30
<b>6.</b>	<b>SIMULAZIONI MODELLISTICHE.....</b>	<b>34</b>
6.1.	Parametri trasportistici analizzati .....	35
6.1.1.	Parametri di Macrosimulazione .....	35
6.1.2.	Parametri di Microsimulazione .....	36
6.1.3.	Parametri globali della rete .....	36
6.2.	Scenario di riferimento – stato di fatto.....	37
6.2.1.	Calibrazione del modello.....	37
6.2.2.	Analisi dello scenario di riferimento.....	38
6.3.	Scenario di progetto.....	39
6.4.	Comparazione generale tra gli scenari simulati .....	40

<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>43</b>
<b>ALLEGATO A – CONTEGGI DI TRAFFICO IN AUTOMATICO .....</b>	<b>46</b>
<b>ALLEGATO B – STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO .....</b>	<b>47</b>
<b>ALLEGATO C – IMMAGINI SIMULAZIONI .....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento riporta i risultati dello studio di traffico relativo allo sviluppo di una nuova area, localizzata a nord nel Comune di Origgio (VA) lungo la SP233, con destinazione prevalente di commerciale. Il progetto prevede anche la realizzazione di una rotatoria nell'intersezione tra SP233, via Celeste Milani, via San Pietro e via Gasperi.

Obiettivo dello studio è la determinazione dell'impatto che la nuova area esercita sull'assetto della viabilità locale.

Lo studio è articolato in più fasi:

- Descrizione e risultati delle indagini di traffico;
- Quantificazione del traffico indotto dalle nuove attività;
- Distribuzione del traffico indotto verso le principali direttrici;
- Costruzione della matrice degli spostamenti e calibrazione del modello dello stato di fatto;
- Costruzione del grafo di rete rappresentativo dei vari scenari di progetto;
- Verifica della rete di progetto nell'ora di punta della sera di un giorno ferialo medio.

Il presente studio prevede di effettuare sia delle macrosimulazioni, per quanto riguarda gli aspetti della distribuzione dei flussi e il calcolo della congestione sulla rete, che microsimulazioni, al fine di valutare con maggior dettaglio il comportamento dei flussi veicolari presso le intersezioni. Per le simulazioni di traffico sono state utilizzate tre distinte classi veicolari:

- Autovetture;
- Veicoli commerciali leggeri (<3,5 t);
- Veicoli commerciali pesanti (>3,5 t).

Motocicli e ciclomotori non sono stati considerati perché influiscono poco sul livello di servizio e la congestione della viabilità.

## 2. STRUMENTI URBANISTICI

All'interno del PGT non si riscontrano elaborati grafici che inquadrino viabilisticamente il Comune di Origgio e che ne delineano sinteticamente le previsioni del PGTU.

Il Piano Urbano del Traffico di Origgio è stato adottato con deliberazione di Consiglio Comunale n. 88 del 21/09/2018.

Nello scenario di progetto era previsto l'intervento sul nodo tra SP 233, via de Gaperi, via Celeste Milani e via San Pietro, consistente nella realizzazione di una rotatoria che renderebbe chiare le traiettorie che devono seguire i veicoli e la previsione del ramo di via San Pietro non entrante direttamente in rotatoria, ma che crei un'intersezione a T con via Milani



Figura 1 – Previsioni di intervento del PUT

Di seguito si riporta un estratto della classificazione funzionale del Piano Urbano del Traffico.

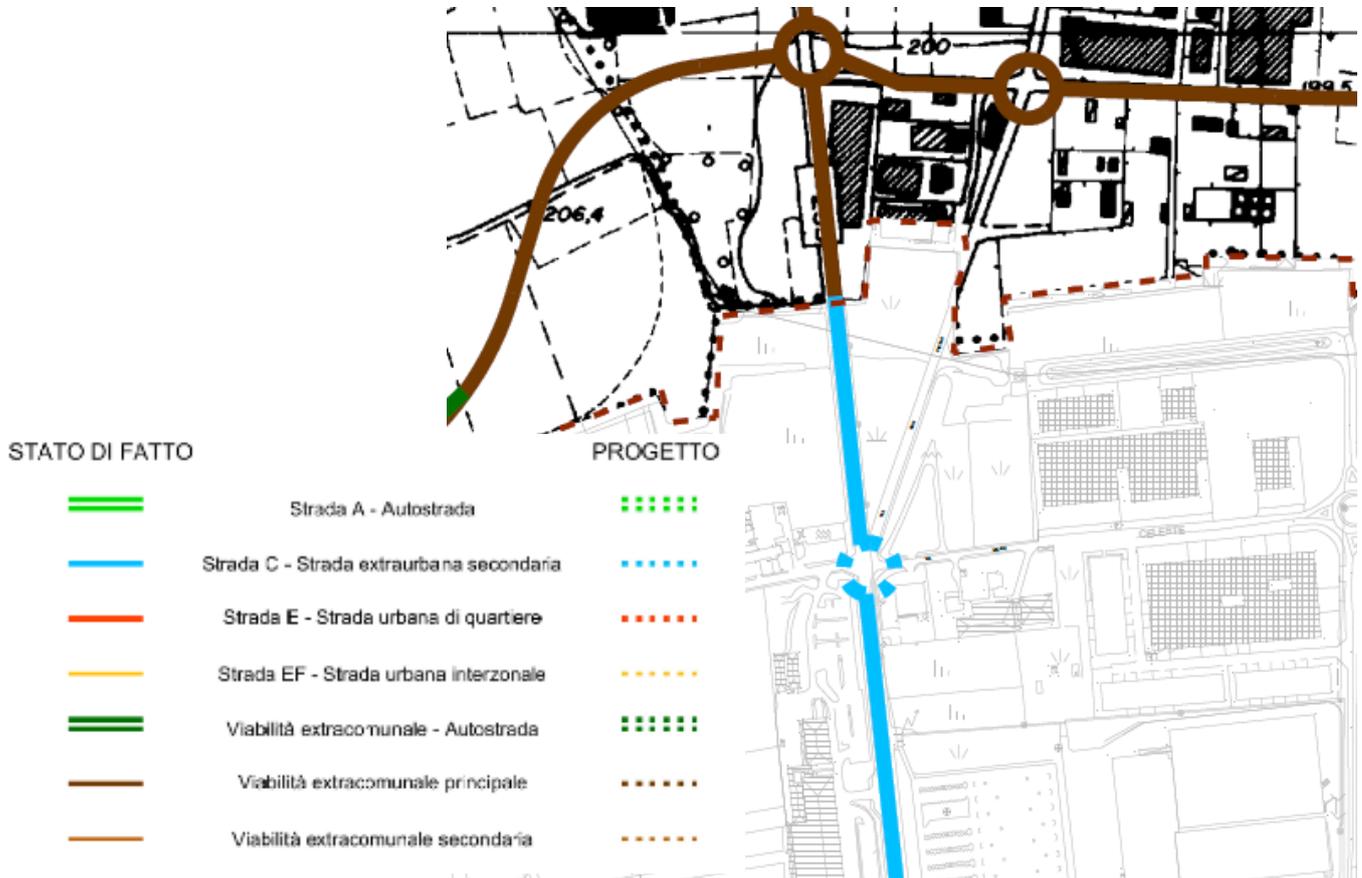


Figura 2 – Classificazione funzionale del PUT

### 3. OFFERTA DI MOBILITA'

#### 3.1. Stato di fatto

L'area di studio analizzata è parte della rete di viabilità collocata a ridosso della SP 233 e della SP 527. Nello specifico l'analisi è stata condotta lungo la rete costituita dalle seguenti strade:

- SP 233;
- Via de Gasperi;
- Via Cesare Milani;
- Via San Pietro;
- SP 527.

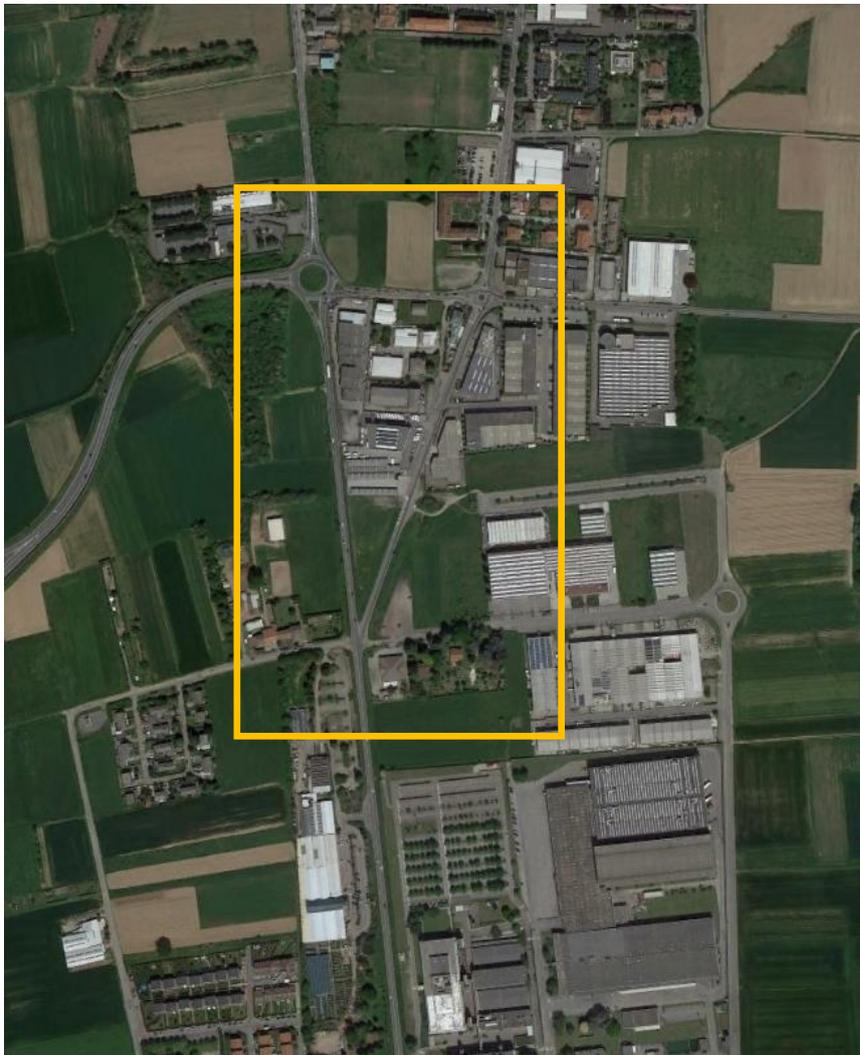


Figura 3 – Inquadramento generale dell'area.

La parte di rete stradale analizzata si presenta composta da due direttrici principali nord-sud e est-ovest, rappresentati dalla SP 233 e dalla SP 527, e da una rete minore costituita dalla via San Pietro, via de Gasperi e via Celeste Milani. L'intersezione tra la SP 233 e la SP 527 è governata da un sistema rotatorio composto da 4 rami, così come l'intersezione tra la SP 527 e via San Pietro. Mentre l'intersezione tra la SP 233-via de Gasperi-via Celeste Milani-via San Pietro, oggetto d'intervento di riqualificazione, risulta essere governata da un sistema di precedenza.

Attualmente l'area oggetto dell'intervento risulta essere libera con la viabilità principale sviluppata lungo il perimetro dell'area, con eccezione di via San Pietro che la attraversa diagonalmente partendo dall'intersezione con via Milani Celeste, SP 233 e Via de Gasperi.

Ai fini dello studio, sono state effettuate delle indagini in sito per acquisire dati relativi ai flussi di traffico suddivisi per categoria di traffico mediante l'utilizzo di radar.

### **3.2. Scenario di progetto**

Il nuovo insediamento prevede l'insediamento di funzioni commerciali, artigianali e di ristorazione. In particolare la funzione commerciale si distingue in "alimentare" e "non alimentare".

L'area del nuovo insediamento urbano sarà accessibile sia dalla SP 233, da via Milani Celeste e via San Pietro.



**Figura 4 – Vista dall'alto dell'area**

Il progetto delle opere stradali sulla rete primaria riguarda la messa in sicurezza del nodo stradale SP 233-de Gasperi-Milani-San Pietro mediante la realizzazione di una rotonda di diametro esterno di 46 m. L'adeguamento dell'intersezione è finalizzato a rendere più efficiente il sistema di congiunzione tra la SP 233 e le vie de Gasperi e via Celeste Milani.

L'adeguamento e la nuova rotonda comportano anche una parziale risistemazione dei raccordi con le strade afferenti al fine di uniformare la geometria alla normativa vigente in materia.



**Figura 5 – Incrocio tra via de Gasperi, SP 233, via Celeste Milani e via San Pietro.**



Figura 6 – Planimetria del progetto

## **4. DOMANDA DI MOBILITÀ**

### **4.1. Stato di fatto**

Al fine di valutare la rispondenza dell'offerta alle esigenze dell'utenza, con l'obiettivo di caratterizzare la domanda di mobilità dell'area e per meglio comprendere la dinamica della circolazione stradale, sono state svolte indagini specifiche sui vari aspetti della domanda di trasporto.

La conoscenza dei flussi di traffico è uno degli elementi fondamentali per la pianificazione in ambito viabilistico, in quanto permette di valutare in maniera attenta le alternative di intervento sulla base di una valutazione dei costi e dei benefici che tenga conto della domanda di trasporto espressa dai volumi di traffico in gioco.

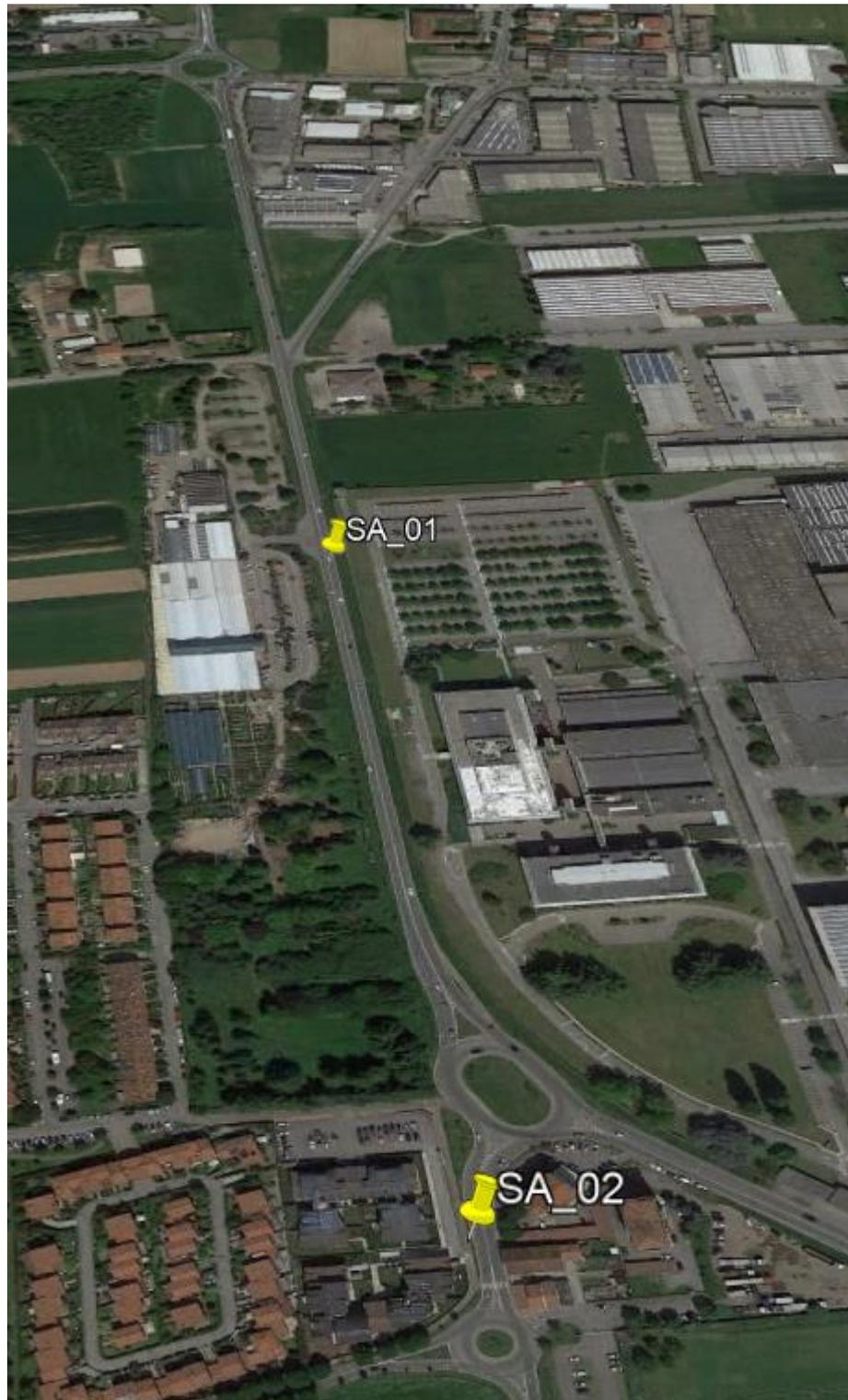
L'operazione di rilievo del traffico deve quindi essere mirata alla conoscenza, quanto più dettagliata possibile, di quegli indicatori necessari alla definizione degli attuali livelli di servizio della viabilità in modo da poter programmare gli interventi che possano migliorare le condizioni di circolazione e di sicurezza.

La campagna di indagine è stata effettuata nel periodo 04/03/2020 – 11/03/2020. I rilevamenti sono effettuati mediante conteggi automatici classificati dei flussi in sezioni significative della rete stradale. I rilevatori automatici sono stati posizionati lungo la SP 233 a circa 200 m a sud dall'intersezione SP 233-de Gasperi-Milani-San Pietro.

Per convalidare i dati raccolti è stato chiesto al Comando della Polizia Locale la trasmissione dei dati da loro raccolti mediante videotelecamere posizionate sulla SP 16 nel tratto tra la SP 233 e via Giuseppe Verdi. I dati richiesti (28-29 febbraio e 6-7 marzo) alla Polizia Locale hanno confermato i flussi registrati da noi.

Di seguito si riporta la localizzazione delle indagini:

- SA\_01 – indagini eseguite dalla società TAU Engineering Srl;
- SA\_02 – indagini eseguite dalla Polizia Locale del Comune di Origgio.



**Figura 7 – Localizzazione indagini**



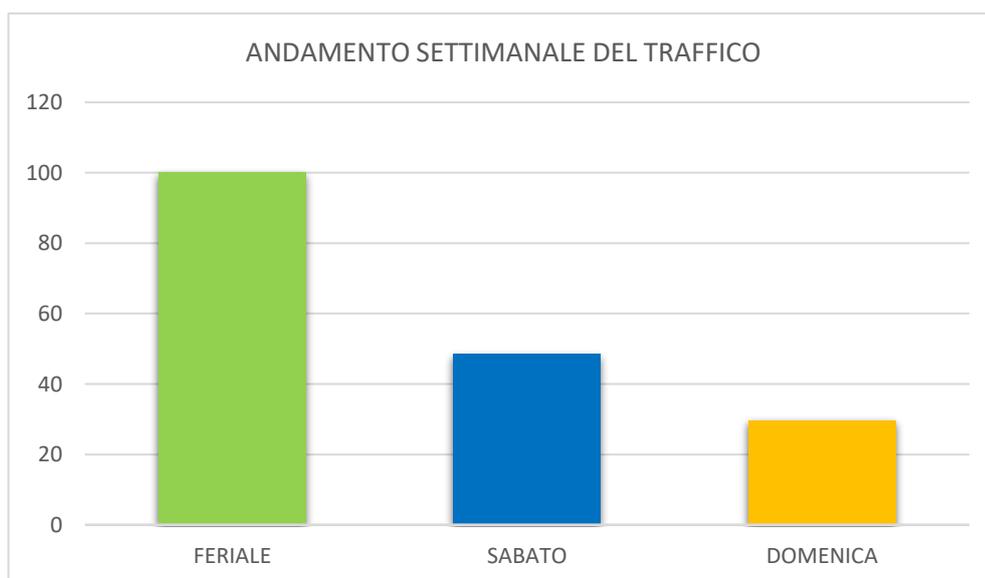
- Fino a 20 km/h;
- Da 20 km/h a 30 km/h;
- Da 30 km/h a 40 km/h;
- Da 40 km/h a 50 km/h;
- Da 50 km/h a 70 km/h;
- Da 70 km/h a 90 km/h;
- Da 90 km/h a 110 km/h;
- Oltre 110 km/h.

Tabelle e grafici analitici con le distribuzioni dei flussi veicolari per ciascuna sezione stradale e direzione di marcia sono riportati nell'**Allegato A** a fondo testo. I principali parametri rilevati ed elaborati sono i seguenti:

- Volumi di traffico orari, diurni, notturni e giornalieri del giorno feriale medio, del sabato e della domenica;
- Velocità medie orarie, diurne, notturne e giornaliere del giorno feriale medio, del sabato e della domenica;
- Andamento giornaliero dei flussi veicolari per classi di lunghezza del giorno feriale medio;
- Curva flusso-velocità media del giorno feriale medio.

Nella pagina seguente si riportano i grafici relativi all'andamento settimanale e giornaliero del traffico rilevato nella campagna indagini marzo 2020. Dai dati raccolti risulta che, fatto 100 il traffico medio giornaliero feriale, al sabato il traffico è pari a 48,50 e la domenica a 29,70. Analizzando invece l'andamento giornaliero, è risultato che l'ora di punta del mattino e della sera del giorno feriale è molto più accentuata rispetto a quella del fine settimana: fatto 100 il picco massimo settimanale (feriale 17.00-18.00) al sabato il flusso non sale mai oltre 85.

Pertanto, cautelativamente, le analisi di compatibilità viabilistica sono relative solo all'ora di punta della sera di un giorno feriale tipo.



**Grafico 1 – Andamento settimanale del traffico circolante – Conteggi automatici**

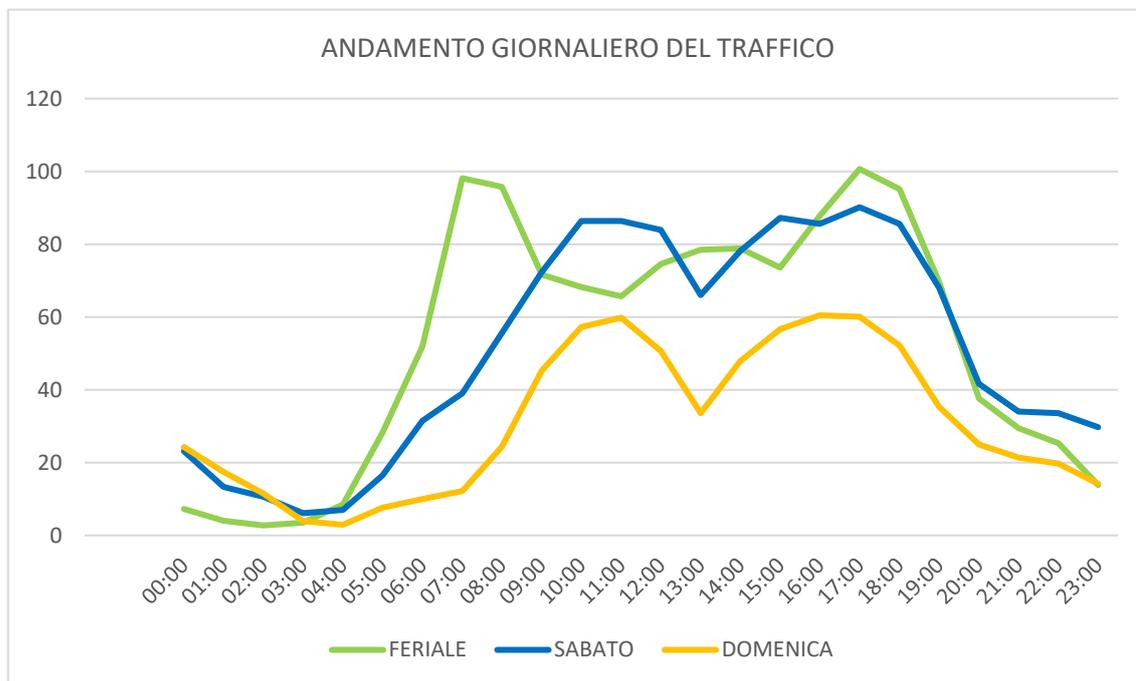


Grafico 2 – Andamento giornaliero del traffico circolante – Conteggi automatici

#### 4.1.2. Matrice Origine/Destinazione

Sulla base delle indagini, sono state stimate le matrici Origine/Destinazione dello stato di fatto per l'ora di punta con l'ausilio del software AIMSUN NEXT, di cui si tratterà nel seguito.

Viene individuato un orario di punta corrispondente al venerdì dalle 17:00 alle 18:00.

Di seguito sono riportate le matrici origine/destinazione divise, come detto sopra, per classi di veicoli e per orario di punta.

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE AUTO - SDF**

	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
<b>VIA DE GASPERI</b>	11	0	0	0	0	0	0	<b>11</b>
<b>LAINATE</b>	0	5	21	417	44	354	133	<b>974</b>
<b>VIA CELESTE MILANI</b>	0	0	5	10	4	9	9	<b>37</b>
<b>Z.I. SAN PIETRO</b>	21	4	0	17	4	38	43	<b>127</b>
<b>SARONNO</b>	749	9	9	0	1	191	128	<b>1087</b>
<b>VIA SAN PIETRO NORD</b>	51	4	9	17	0	81	136	<b>298</b>
<b>PEDEMONTANA OVEST</b>	187	9	13	196	34	0	217	<b>656</b>
<b>PEDEMONTANA EST</b>	179	4	9	196	21	213	0	<b>622</b>
<b>TOTALE</b>	<b>1198</b>	<b>35</b>	<b>66</b>	<b>853</b>	<b>108</b>	<b>886</b>	<b>666</b>	<b>3812</b>

**Tabella 2 - Matrice Origine/Destinazione – Auto – Stato di fatto – 17:00/18:00**

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE COMMERCIALE LEGGERO <3,50 t - SDF**

	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
VIA DE GASPERI	1	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
LAINATE	0	0	1	82	3	24	9	<b>119</b>
VIA CELESTE MILANI	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Z.I. SAN PIETRO	1	0	0	1	0	3	3	<b>8</b>
SARONNO	65	0	0	0	0	13	9	<b>87</b>
VIA SAN PIETRO NORD	3	0	1	1	0	5	9	<b>19</b>
PEDEMONTANA OVEST	13	0	1	13	2	0	15	<b>44</b>
PEDEMONTANA EST	12	0	1	13	1	14	0	<b>41</b>
<b>TOTALE</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>110</b>	<b>6</b>	<b>59</b>	<b>45</b>	<b>319</b>

Tabella 3 - Matrice Origine/Destinazione – Commerciale leggero <3,50 t – Stato di fatto – 17:00/18:00

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE COMMERCIALE PESANTE >3,50 t -SDF**

	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
VIA DE GASPERI	0	0	0	0	0	0	0	0
LAINATE	0	0	0	15	0	3	1	19
VIA CELESTE MILANI	0	0	0	0	0	0	0	0
Z.I. SAN PIETRO	0	0	0	0	0	0	0	0
SARONNO	14	0	0	0	0	2	1	17
VIA SAN PIETRO NORD	0	0	0	0	0	0	0	0
PEDEMONTANA OVEST	2	0	0	2	0	0	2	6
PEDEMONTANA EST	2	0	0	2	0	2	0	6
<b>TOTALE</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>48</b>

**Tabella 4 - Matrice Origine/Destinazione – Commerciale pesante > 3,50 t – Stato di fatto – 17:00/18:00**

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE TOTALE - SDF**

	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
VIA DE GASPERI	12	0	0	0	0	0	0	12
LAINATE	0	5	22	514	47	381	143	1.112
VIA CELESTE MILANI	0	0	5	10	4	9	9	37
Z.I. SAN PIETRO	22	4	0	18	4	41	46	135
SARONNO	828	9	9	0	1	206	138	1.191
VIA SAN PIETRO NORD	54	4	10	18	0	86	145	317
PEDEMONTANA OVEST	202	9	14	211	36	0	234	706
PEDEMONTANA EST	193	4	10	211	22	229	0	669
<b>TOTALE</b>	<b>1.311</b>	<b>35</b>	<b>70</b>	<b>982</b>	<b>114</b>	<b>952</b>	<b>715</b>	<b>4.179</b>

**Tabella 5 - Matrice Origine/Destinazione – Totale – Stato di fatto – 17:00/18:00**

## 4.2. Scenari di progetto

La domanda di mobilità di progetto è la somma tra il traffico attualmente circolante nella zona di indagine e quello indotto dalle nuove attività (flussi deviati e flussi aggiuntivi).

I flussi veicolari indotti dalle nuove funzioni commerciali sono stati calcolati in modo parametrico con valori medi del settore. I parametri utilizzati si basano su quanto indicato al D.g.r. n°8/5054 del 4 luglio 2007 di Regione Lombardia che indica il traffico indotto, sia in ingresso che in uscita, delle strutture commerciali nell'ora di punta.

Il progetto prevede di sviluppare un'area con funzioni principalmente commerciali, con una parte secondaria costituita da funzioni di ristorazione ed artigianali. Data la destinazione artigianale corrispondente ad una officina, la sua superficie viene esclusa dal calcolo del traffico in quanto non in grado di generare un flusso tale da poter essere preso in considerazione all'interno dello studio. Mentre per la funzione di ristorazione viene accorpata alla superficie delle attività commerciali alimentari con una riduzione del 20% sulla superficie lorda di pavimento.

Le superfici di insediamento separati per funzioni sono riportate di seguito:

<i>Funzione</i>	<i>Superficie di Vendita [mq]</i>	<i>Superficie Lorda di Pavimento [mq]</i>
<i>Alimentare</i>	1.500	-
<i>Non alimentare</i>	1.500	-
<i>Ristorazione</i>	600	-
<b>TOTALE</b>	<b>3.600</b>	<b>4.870</b>

Tabella 6 - Superfici di progetto per funzione – Lotto 1

<i>Funzione</i>	<i>Superficie di Vendita [mq]</i>	<i>Superficie Lorda di Pavimento [mq]</i>
<i>Non alimentare</i>	480	600
<i>Artigianale</i>	480	600
<b>TOTALE</b>	<b>960</b>	<b>1.200</b>

Tabella 7 - Superfici di progetto per funzione – Lotto 2

#### 4.2.1. Stima del traffico indotto – Funzione commerciale

Il traffico indotto è calcolato moltiplicando la superficie di vendita per un coefficiente variabile in funzione delle superfici e dei prodotti, se alimentari o non alimentari. I coefficienti<sup>2</sup> sono i seguenti (in rosso sono indicati i dati utilizzati nella simulazione di traffico):

Superficie di vendita	mq
ALIMENTARE	2.100
NON ALIMENTARE	1.980
TOTALE	4.080

**Tabella 8 - Superfici di progetto**

Superficie di vendita	Venerdì	Sabato/Domenica
0-3.000	0,25	0,30
3.000-6.000	0,12	0,17
> 6.000	0,04	0,05

**Tabella 9 - Coefficienti per calcolo del traffico indotto delle attività commerciali alimentari**

Superficie di vendita	Venerdì	Sabato/Domenica
0-5.000	0,10	0,18
5.000-12.000	0,08	0,14
> 12.000	0,05	0,06

**Tabella 10 - Coefficienti per calcolo del traffico indotto delle attività commerciali non alimentari**

Sommando i flussi di traffico indotti dalla nuova attività con quelli rilevati, si è verificato che la situazione più gravosa si conferma quella del venerdì.

Ne deriva che il traffico indotto dalla nuova area commerciale è il seguente:

Veicoli indotti nell'ora di punta dalla funzione commerciale alimentare	Venerdì	Sabato / Domenica
Veicoli bidirezionali	525	630
Veicoli in ingresso	315	378
Veicoli in uscita	210	252

**Tabella 11 - Flussi di traffico indotto nell'ora di punta della sera dalla funzione alimentare**

---

<sup>2</sup> Il Comune di Abbiategrasso si è considerato del tipo “non critico” così come indicato nel D.g.r. 4 luglio 2007 - n. 8/5054 di regione Lombardia.

<b>Veicoli indotti nell'ora di punta dalla funzione commerciale alimentare</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
<b>Veicoli bidirezionali</b>	198	356
<b>Veicoli in ingresso</b>	119	214
<b>Veicoli in uscita</b>	79	142

**Tabella 12 - Flussi di traffico indotto nell'ora di punta della sera dalla funzione non alimentare**

<b>Veicoli indotti nell'ora di punta dalla funzione commerciale alimentare</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
<b>Veicoli bidirezionali</b>	723	986
<b>Veicoli in ingresso</b>	434	592
<b>Veicoli in uscita</b>	289	394

**Tabella 13 - Flussi di traffico indotto nell'ora di punta della sera dalla funzione commerciale totale**

A titolo cautelativo, si stima che l'ora di punta della struttura commerciale (sera del venerdì) coincida con l'ora di punta del traffico veicolare che transita nell'area di indagine, ossia quella compresa tra le ore 17.00 e le ore 18.00.

Tutto il traffico indotto è costituito da autovetture: nel conto del traffico indotto non rientrano i dipendenti e il carico/scarico merce, perché si spostano in orari diversi da quelli dell'ora di punta considerata.

Il traffico indotto dalle strutture commerciali è riportato nella serie di tabelle dell'**Allegato B** a fondo testo.

Dal momento però che le nuove strutture sono posizionate in un contesto con altre strutture commerciali, una parte del traffico indotto sarà aggiuntivo e una parte già circolante lungo la viabilità analizzata. Si stima, prudentemente, che il traffico effettivamente aggiuntivo alla rete analizzata sia il 70%, mentre il restante 30% sia deviato (veicoli che avrebbero effettuato acquisti da un'altra parte e che in futuro andranno nel nuovo punto vendita).

<b>Veicoli indotti AGGIUNTIVI nell'ora di punta dal nuovo insediamento</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
<b>Veicoli bidirezionali</b>	434	592
<b>Veicoli in ingresso</b>	304	414
<b>Veicoli in uscita</b>	130	178

**Tabella 14 - Flussi di traffico indotto nell'ora di punta della sera – Flussi aggiuntivi**

Veicoli indotti DEVIATI nell'ora di punta dal nuovo insediamento	Venerdì	Sabato / Domenica
Veicoli bidirezionali	289	466
Veicoli in ingresso	202	326
Veicoli in uscita	87	140

**Tabella 15 - Flussi di traffico indotto nell'ora di punta della sera – Flussi deviati**

Dalle considerazioni di cui sopra, è risultato che il traffico indotto è pari a:

- 289 veicoli generati nell'ora di punta del venerdì sera;
- 434 veicoli attratti nell'ora di punta del venerdì sera

#### **4.2.2. Stima del traffico indotto totale**

I traffici indotti delle funzioni commerciali e residenziali descritte precedentemente, sono riassunti nella tabella di seguito, divisi per funzione, ingressi ed uscite:

	<b>ATTRATTO TOTALE</b>	<b>DI CUI DEVIATO</b>	<b>DI CUI NUOVO</b>	<b>GENERATO TOTALE</b>	<b>DI CUI DEVIATO</b>	<b>DI CUI NUOVO</b>
<i>ALIMENTARE</i>	<b>315</b>	95	221	<b>210</b>	63	147
<i>NON ALIMENTARE</i>	<b>119</b>	36	83	<b>79</b>	24	55
<b>TOTALE</b>	<b>434</b>	130	304	<b>289</b>	87	202

**Tabella 16 - Traffico indotto nell'ora di punta dalla funzione commerciale e residenziale**

La distribuzione del traffico indotto sulla rete viaria è stata eseguita in modo proporzionale al traffico attualmente circolante. Sono state considerate le stesse direttrici di Origine/Destinazione della matrice generale dell'area.

Il traffico aggiuntivo è attratto e generato da un nuovo centroide, mentre quello deviato è stato espresso come riduzione dei valori dell'attuale matrice secondo dei valori percentuali delle tipologie di mezzo.

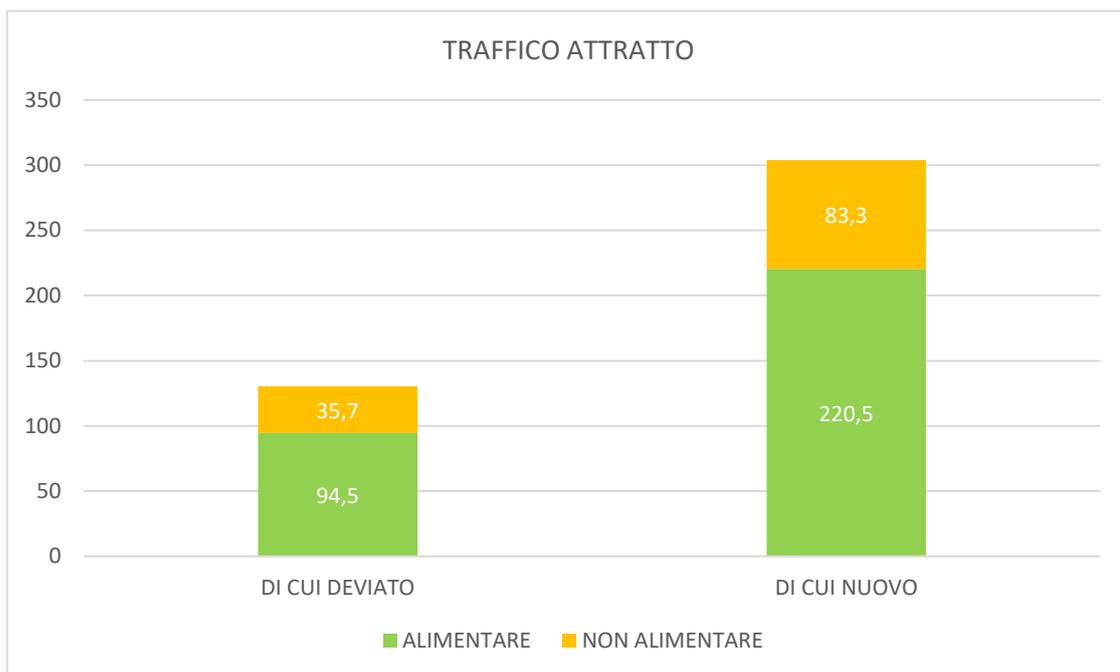


Grafico 3 – Traffico attratto nell'ora di punta della sera di venerdì – Funzioni

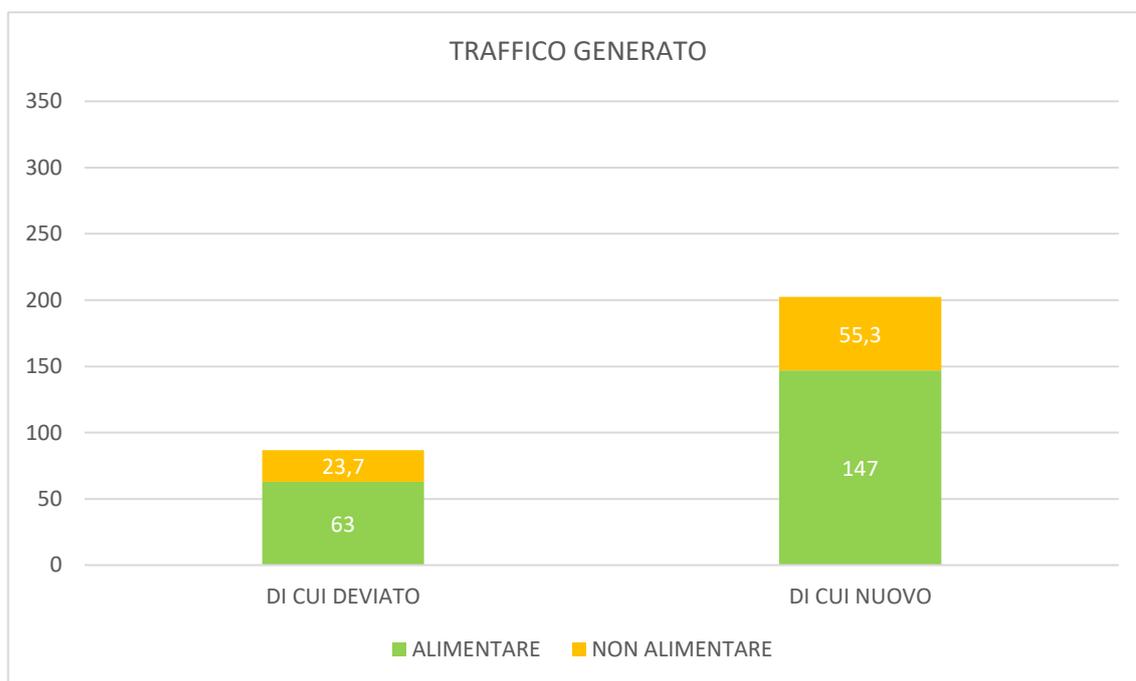


Grafico 4 – Traffico generato nell'ora di punta della sera di venerdì – Funzioni

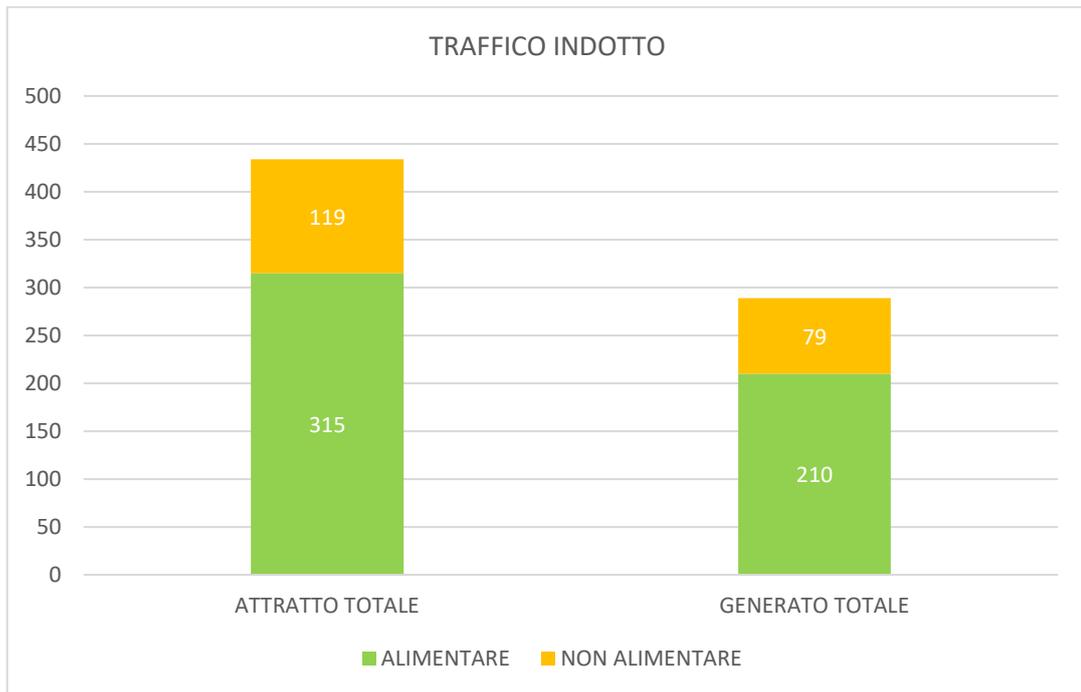


Grafico 5 – Traffico idotto nell’ora di punta della sera di venerdì – Funzioni

Le nuove matrici Origine / destinazione sono riportate nelle pagine seguenti.

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE AUTO - PROGETTO**

	VIA DE GASPERI	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	APC_03	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
VIA DE GASPERI	0	10	0	0	9	2	0	0	0	<b>21</b>
LAINATE	9	0	5	20	374	110	41	334	125	<b>1018</b>
VIA CELESTE MILANI	0	0	0	5	9	4	4	8	8	<b>38</b>
Z.I. SAN PIETRO	0	20	4	0	16	14	4	36	41	<b>135</b>
SARONNO	9	697	8	8	0	124	1	180	121	<b>1148</b>
APC_03	2	90	3	5	64	0	8	67	50	<b>289</b>
VIA SAN PIETRO NORD	0	48	4	8	16	34	0	76	128	<b>314</b>
PEDEMONTANA OVEST	0	176	8	12	185	75	32	0	205	<b>693</b>
PEDEMONTANA EST	0	169	4	8	185	71	20	201	0	<b>658</b>
<b>TOTALE</b>	<b>20</b>	<b>1210</b>	<b>36</b>	<b>66</b>	<b>858</b>	<b>434</b>	<b>110</b>	<b>902</b>	<b>678</b>	<b>4314</b>

**Tabella 17 - Matrice Origine/Destinazione – Auto – Progetto – 17:00/18:00**

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE COMMERCIALE LEGGERO <3,50 t - PROGETTO**

	VIA DE GASPERI	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	APC_03	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
VIA DE GASPERI	0	1	0	0	2	0	0	0	0	<b>3</b>
LAINATE	2	0	0	1	78	0	3	24	9	<b>117</b>
VIA CELESTE MILANI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Z.I. SAN PIETRO	0	1	0	0	1	0	0	3	3	<b>8</b>
SARONNO	2	63	0	0	0	0	0	13	9	<b>87</b>
APC_03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
VIA SAN PIETRO NORD	0	3	0	1	1	0	0	5	9	<b>19</b>
PEDEMONTANA OVEST	0	13	0	1	13	0	2	0	15	<b>44</b>
PEDEMONTANA EST	0	12	0	1	13	0	1	14	0	<b>41</b>
<b>TOTALE</b>	<b>4</b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>108</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>59</b>	<b>45</b>	<b>319</b>

Tabella 18 - Matrice Origine/Destinazione – Commerciale leggero <3,50 t – Progetto – 17:00/18:00

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE COMMERCIALE PESANTE >3,50 t - PROGETTO**

	VIA DE GASPERI	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	APC_03	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
VIA DE GASPERI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LAINATE	0	0	0	0	15	0	0	3	1	19
VIA CELESTE MILANI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z.I. SAN PIETRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SARONNO	0	14	0	0	0	0	0	2	1	17
APC_03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIA SAN PIETRO NORD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PEDEMONTANA OVEST	0	2	0	0	2	0	0	0	2	6
PEDEMONTANA EST	0	2	0	0	2	0	0	2	0	6
<b>TOTALE</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>48</b>

Tabella 19 - Matrice Origine/Destinazione – Commerciale pesante >3,50 t – Progetto – 17:00/18:00

**COMUNE DI ORIGGIO (VA)**  
 NUOVO INSEDIAMENTO APC 03 VIA VARESINA – SAN PIETRO – MILANI.  
*Relazione Illustrativa*

**MATRICE TOTALE - PROGETTO**

	VIA DE GASPERI	LAINATE	VIA CELESTE MILANI	Z.I. SAN PIETRO	SARONNO	APC_03	VIA SAN PIETRO NORD	PEDEMONTANA OVEST	PEDEMONTANA EST	TOTALE
<b>VIA DE GASPERI</b>	0	11	0	0	11	2	0	0	0	<b>24</b>
<b>LAINATE</b>	11	0	5	21	467	110	44	361	135	<b>1154</b>
<b>VIA CELESTE MILANI</b>	0	0	0	5	9	4	4	8	8	<b>38</b>
<b>Z.I. SAN PIETRO</b>	0	21	4	0	17	14	4	39	44	<b>143</b>
<b>SARONNO</b>	11	774	8	8	0	124	1	195	131	<b>1252</b>
<b>APC_03</b>	2	90	3	5	64	0	8	67	50	<b>289</b>
<b>VIA SAN PIETRO NORD</b>	0	51	4	9	17	34	0	81	137	<b>333</b>
<b>PEDEMONTANA OVEST</b>	0	191	8	13	200	75	34	0	222	<b>743</b>
<b>PEDEMONTANA EST</b>	0	183	4	9	200	71	21	217	0	<b>705</b>
<b>TOTALE</b>	<b>24</b>	<b>1321</b>	<b>36</b>	<b>70</b>	<b>985</b>	<b>434</b>	<b>116</b>	<b>968</b>	<b>727</b>	<b>4681</b>

**Tabella 20 - Matrice Origine/Destinazione – Totale – Progetto – 17:00/18:00**

## 5. IL MODELLO DI CALCOLO

In questo capitolo si riportando i principi su cui si basa il programma software di macrosimulazione e microsimulazioni di traffico utilizzato e quali risultati possono essere ottenuti.

Per poter correttamente modellare la rete stradale oggetto di studio, sono state inserite le informazioni raccolte direttamente sul campo, come le caratteristiche geometriche delle sezioni stradali e delle intersezioni, lo schema di circolazione ed i flussi veicolari, che poi sono state riportate nel modello di simulazione TSS AIMSUN.

Il modello di **microsimulazione dinamica** è in grado di rappresentare in maniera puntuale, precisa e specifica il traffico e la sua **evoluzione istantanea**, prendendo in considerazione gli aspetti geometrici di dettaglio dell'infrastruttura (esatta rappresentazione delle intersezioni, delle rotatorie, delle fasi e dei tempi per le intersezioni semaforizzate, regimi di precedenza, ecc.) ed il **comportamento reale dei veicoli**, legato all'accoppiamento delle caratteristiche del veicolo e del conducente. La microsimulazione fornisce una visione dinamica e realistica del fenomeno in quanto considera le caratteristiche istantanee del moto dei singoli veicoli (flusso, densità, velocità, ecc.) all'interno di ciascuna classe veicolare richiesta; è possibile quindi rappresentare più famiglie di spostamenti, ognuna caratterizzata da differenti parametri comportamentali (accelerazione, decelerazione, aggressività, tempo di reazione, ecc.) e da diverse tipologie di veicolo (velocità massima, dimensioni, prestazioni, parametri di emissione, ecc.). Inoltre tutti i parametri delle classi veicolari sono costruiti secondo distribuzioni statistiche che possono essere singolarmente modificate a piacere.

La **macrosimulazione statica**, invece, è utile soprattutto per la modellazione di reti stradali estese e complesse, come, ad esempio, quella oggetto di studio, che è caratterizzata da infrastrutture stradali estremamente variegata, che vanno dalle autostrade alle strade di quartiere e locali. Il modello di macrosimulazione permette di determinare l'assegnazione della domanda di traffico nell'unità di tempo prescelta (generalmente pari ad un'ora) secondo il criterio dello STA (Static Traffic Assignment, cioè **Assegnazione Statica del Traffico**), la **manipolazione delle matrici Origine/Destinazione** (di seguito dette matrici OD) e la **creazione di sotto-reti** (di seguito chiamate Sub-Network). L'STA è basato sul principio di Wardrop: nessun utente può migliorare il suo tempo di viaggio, modificando i propri percorsi. Il software permette svariate operazioni di manipolazione delle matrici OD, utili per la calibrazione del modello di riferimento e la determinazione della domanda di traffico a seguito di alcune modifiche globali, come un aumento complessivo della mobilità privata, o locali, come la realizzazione di interventi urbanistici che generano e/o spostano della domanda di traffico all'interno della rete stradale. Infine viene data la possibilità di generare delle sotto-reti, finalizzate allo studio dettagliato (a livello di meso o microsimulazione) di specifici assi o nodi stradali.

In una macrosimulazione il costo del percorso è dato dal costo di percorrenza degli archi stradali (secondo funzioni di flusso/capacità regolabili a piacere) e dell'attraversamento delle intersezioni, oltre ad eventuali costi aggiuntivi imposti dall'utente, come ad esempio i pedaggi.

Il software permette di riunire in un unico progetto tutti gli elementi utili all'analisi:

- Base cartografica di riferimento;
- Rete infrastrutturale sui cui si muoveranno i veicoli, ed eventualmente anche pedoni e ciclisti, caratterizzata sia dal punto di vista geometrico che funzionale;
- Base di dati dei rilievi di traffico;
- Veicoli pubblici e privati circolanti nella rete, caratterizzati secondo classi e distribuzioni statistiche definite dall'utente.

Tale approccio permette dunque di valutare gli effetti delle code, di considerare la regolazione delle intersezioni regolate con gruppi semaforici o a precedenza, di valutare l'utilizzo delle singole corsie e delle carreggiate, l'interferenza con la circolazione veicolare dei flussi pedonali in attraversamento, di riprodurre la circolazione dei mezzi pubblici, in sede propria o riservata, e di simulare la variazione della domanda di spostamento nel corso della fascia oraria di studio, fenomeno importante in ambito urbano per determinare l'effettiva congestione della rete, attraverso la programmazione di più domande di traffico e/o programmazioni semaforiche.

Al fine di rendere più facilmente interpretabile ed accessibile il risultato della simulazione, il software prevede la possibilità di visualizzare gli output grazie a variegate rielaborazioni grafiche, tabelle particolareggiate e piccoli video, anche in 3D, della circolazione dei veicoli in simulazione.

### 5.1. Teoria dei modelli di microsimulazione dinamica<sup>3</sup>

Il modello di microsimulazione dinamica segue il principio "vehicle based", cioè basato sulle interazioni tra veicoli. I simulatori basati sul veicolo simulano le interazioni dei singoli veicoli mentre si muovono sulla strada e sono quindi ideali per studiare l'effetto di modifiche dettagliate alla rete.

In una microsimulazione, **il tempo viene quantificato in brevi intervalli fissi** e le azioni di ciascun veicolo vengono ricalcolate in ogni momento. Il comportamento di ciascun veicolo nella rete è quindi modellato in tutto il tempo di simulazione mentre attraversa la rete del traffico, interagendo con gli altri veicoli della rete, con i sistemi di controllo (per esempio pannelli a messaggio variabile) e reagendo agli incidenti programmati nella simulazione. Vengono modellati diversi tipi di veicoli, dalle piccole auto ai veicoli di grandi dimensioni, con diverse dinamiche di guida. Sono modellati diversi stili di guida, con modifiche alle caratteristiche come i tempi di reazione e l'aggressività.

L'applicazione dell'approccio "vehicle based" in una microsimulazione si traduce nel "Dynamic Traffic Assignment", cioè l'assegnazione dinamica del traffico.

L'assegnazione del traffico è il processo che determina in che modo la domanda di traffico, generalmente definita in termini di matrice Origine/Destinazione, viene caricata sulla rete per

---

<sup>3</sup> La descrizione contenuta nel paragrafo è tratta dal "Aimsun Next 8.2 User's Manual".

determinare i flussi di traffico sugli archi della rete. L'ipotesi di fondo è che, mentre i viaggiatori viaggiano dalla loro origine alla destinazione nella rete, cercano di minimizzare i loro tempi di viaggio individuali, cioè i viaggiatori scelgono le rotte che percepiscono come il più breve nelle condizioni di traffico prevalenti.

Questa ipotesi di modellizzazione, basata sul concetto di equilibrio dell'utente, è formulata nel primo principio di Wardrop: i tempi di percorrenza su tutte le rotte effettivamente utilizzate sono uguali e inferiori a quelli che verrebbero sperimentati da un singolo veicolo su qualsiasi rotta inutilizzata.

L'avvento dei sistemi cosiddetti "Intelligent Transport Systems" (ITS), "Advanced Traffic Management Systems" (ATMS) e "Advanced Traffic Information Systems" (ATIS) ha sollevato la necessità di modelli che spieghino come il flusso cambia nel tempo, cioè modelli dinamici in grado di descrivere appropriatamente le dipendenze temporali della domanda di traffico e dei corrispondenti flussi di traffico indotti. Il Problema di Assegnazione del Traffico Dinamico può quindi essere considerato come un'estensione del Problema di Assegnazione del Traffico descritto da Wardrop, e deve essere in grado di determinare come i flussi di collegamento o di percorso variano nel tempo e nello spazio sulla rete (Mahmassani 2001). Gli approcci proposti per risolvere il problema della DTA possono essere descritti in due classi:

- Formulazioni matematiche alla ricerca di soluzioni analitiche;
- Modelli di simulazione che cercano soluzioni euristiche approssimate.

Approcci basati sulla simulazione generale (Tong e Wong 2000, Lo e Szeto 2002, Varia e Dingra 2004, Liu et al., 2005) esplicitano o implicitamente dividono il processo in due componenti:

- Un meccanismo di scelta del percorso che determina come vengono assegnati i tassi di flusso del percorso dipendenti dal tempo sui percorsi disponibili in ogni momento;
- Il metodo per determinare come questi flussi si propagano nella rete.

Un approccio sistematico basato su queste due componenti è stato proposto da Florian et al. 2001 e 2002. I modelli di simulazione, soprattutto se basati sulla microsimulazione, tendono a focalizzare l'attenzione sulla descrizione delle dinamiche dei flussi di traffico, mentre i processi di assegnazione del traffico non sono sempre modellati in accordo con la corrispondente versione dinamica del Principio di Wardrop (Friesz et al., 1993 1993), Ran e Boyce 1996) Pertanto questi modelli di simulazione non possono garantire l'ottimizzazione completa della rete. In questi casi gli algoritmi di scelta del percorso cercano di ottimizzare le decisioni del percorso in base alle informazioni attualmente disponibili, utilizzando la teoria della scelta discreta o altri approcci probabilistici (Mahmassani 2001). Questi approcci possono essere considerati procedure di Assegnazione del Traffico Dinamico, ma non si qualificano come un modello di Equilibrio Dinamico, poiché omettono il processo di apprendimento longitudinale del viaggiatore attraverso viaggi ripetuti.

Pertanto, Aimsun Next utilizza un sofisticato insieme di algoritmi di scelta del percorso che includono:

- Assegnazione statica basata sull'equilibrio di Wardrop;
- Assegnazione dinamica basata sulle condizioni della rete e sulle informazioni fornite tramite ITS;
- Un equilibrio dinamico dell'utente in cui i conducenti reagiscono all'esperienza della rete stradale.

Nel "Dynamic Traffic Assignment", la domanda di traffico è definita in termini di matrici O/D, ognuna delle quali fornisce il numero di viaggi da ogni centroide di origine a ogni centroide di destinazione, per una fascia oraria e per un tipo di veicolo. Quando un veicolo viene generato all'origine, viene assegnato a uno dei percorsi disponibili, collegando questa origine alla destinazione del veicolo. Questi percorsi sono calcolati all'avvio della simulazione e ricalcolati all'intervallo di tempo del ciclo di scelta del percorso.

Il veicolo percorrerà questo percorso fino alla sua destinazione, a meno che non sia autorizzato a cambiare dinamicamente il percorso o perché indotto da fattori esterni (incidente, deviazioni forzate dei flussi, ecc) o perché esiste un percorso migliore esiste tra la sua attuale posizione e la sua destinazione.

Il processo di simulazione è basato su percorsi dipendenti dal tempo, e comprende i seguenti passaggi in forma iterativa:

- **Fase 0:** si calcola il/i percorso/i più breve iniziale per ciascuna coppia O/D, utilizzando i costi iniziali definiti;
- **Fase 1:** si simula un intervallo di tempo predefinito (ad esempio 5 minuti), noto come Ciclo di scelta dell'itinerario, assegnando ai percorsi disponibili la frazione degli spostamenti tra ciascuna coppia O/D per quell'intervallo di tempo, in base al modello di scelta dell'itinerario selezionato. Si ottengono nuovi tempi di percorrenza media del collegamento come risultato della simulazione;
- **Fase 2:** si ricalcola il percorso più breve, tenendo conto dei nuovi tempi di percorrenza del collegamento medio;
- **Fase 3:** Se ci sono veicoli a percorso fisso (i cosiddetti "veicoli guidati"), o segnali a messaggio variabile che suggeriscono il reinstradamento, si forniscono le informazioni calcolate nella seconda fase ai conducenti, che sono dinamicamente autorizzati a reindirizzare in viaggio.
- **Fase 4:** si ripete la Fase 1.

Il software utilizza specifici modelli teorici ed algoritmi per determinare varie informazioni necessarie alla determinazione delle caratteristiche del modello:

- Calcolo del punto migliore in cui immettere e/o indirizzare il veicolo sulla base della attrattività dei collegamenti dei centroidi alla rete;
- Calcolo delle funzioni di costo per la gestione delle manovre di svolta alle intersezioni (tempo di reazione, regolazione del sistema di "dare precedenza", visibilità, ecc);
- Calcolo delle funzioni di costo dei singoli archi stradali, cui possono essere attribuiti costi aggiuntivi (ad esempio perditempo predeterminati per specifiche condizioni dell'arco stradale, o il costo del pedaggio se si tratta di una rete autostradale).

Il processo di spostamento dei veicoli all'interno di un modello di microsimulazione è descritto dalle seguenti caratteristiche:

- Ingresso del veicolo all'interno della rete;
- Modellizzazione dell'interazione tra due veicoli successivi;
- Modellizzazione dell'interazione tra veicoli circolanti su strade a più corsie;
- Scelta della corsia;
- Modello di scelta della corsia;
- Intervallo di tempo necessario per affrontare il cambio di corsia;
- Confluenza delle rampe degli svincoli;

- Intervallo di tempo necessario per affrontare una manovra di svolta;
- Sorpasso per strade a doppio senso di marcia e una corsia per ciascun senso di marcia;
- Pendenza della livelletta stradale;
- Modello di accelerazione "TWOPAS";
- Altri parametri globali del modello, come tempo di reazione del guidatore, definizione dei parametri per cui si definisce che il veicolo è "in coda", intervallo della simulazione.

## 6. SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Le tratte di viabilità oggetto di simulazione sono riportate nelle figure allegate, con indicati i parametri di traffico mediante flussogrammi colorati.

Tutte le simulazioni si riferiscono all'ora di punta della sera (17.00-18.00) del venerdì, che è risultata essere quella più gravosa per la viabilità dell'area.

Sono stati analizzati due scenari, uno di stato di fatto e uno di progetto. Per ciascuno scenario è attribuita una rete stradale, la cosiddetta "Offerta", e una matrice Origine/Destinazione degli spostamenti, la cosiddetta "Domanda". La combinazione tra Domanda e Offerta determina gli scenari modellistici oggetto di simulazione.

Le immagini delle simulazioni sono riportate nell'**Allegato C** a fondo testo. Per ogni tematismo sono rappresentate le immagini dello scenario simulati.

A tutte le strade, sulla base dei dati di traffico e delle caratteristiche geometrico-funzionali, sono stati attribuiti due parametri chiave:

- Capacità massima dell'arco stradale;
- Curva flusso-capacità;

In base alle caratteristiche tecnico-funzionali delle strade, sono state adottate delle capacità-tipo, opportunamente modificate, caso per caso, se tali tratte stradale fossero nei pressi di uno stop, dare precedenza o impianto semaforico.

La scelta della curva flusso-capacità è necessaria per determinare il costo dello spostamento (in questo caso il tempo di attraversamento dell'arco stradale o dell'intersezione). Tali curve associano ad ogni livello di flusso una penalizzazione dovuta alla presenza degli altri veicoli: per bassi flussi tale penalità è quasi nulla, per alti flussi tali penalità sono molto elevate.

La capacità massima adottata in condizioni di libero deflusso dipende dalla tipologia di strada.

La presenza di intersezioni abbassa tale capacità massima in funzione delle caratteristiche dell'intersezione. Di seguito si riportano le riduzioni medie adottate:

- Dare precedenza: -33 [%]
- Stop: -50 [%]
- Semaforo:  $-\frac{t_{rosso}}{t_{ciclo}} * 100$  [%]

Normalmente, tali riduzioni di capacità hanno effetto per tratte stradali piuttosto brevi; nel caso in cui tali effetti raggiungono l'intersezione a monte di quella in oggetto, bisognerà valutare di volta in volta il coefficiente di riduzione di capacità più opportuno. Le capacità effettivamente attribuite agli archi stradali possono comunque variare, anche significativamente, rispetto alle riduzioni "standard" precedentemente illustrate, in funzione delle caratteristiche specifiche dell'arco stradale, come ad esempio la larghezza della corsia, la possibilità di effettuare sorpassi, la presenza di frequenti manovre di sosta, elevata quota di manovre di svolta a sinistra.

## 6.1. Parametri trasportistici analizzati

Sono stati analizzati diversi parametri trasportistici significativi. Al fine di raggiungere ad una maggior comprensione dei risultati sono stati analizzati diverse tipologie di parametri/tematismi:

- Parametri legati alla macrosimulazione;
- Parametri legati alla microsimulazione;
- Parametri globali di funzionamento della rete.

Tutte le immagini relative ai vari tematismi e scenari progettuali sono riportate nell'**Allegato C**.

### 6.1.1. Parametri di Macro

Sono stati analizzati due parametri:

- Il flusso veicolare equivalente assegnato alla rete;
- Il rapporto Flusso/Capacità degli archi stradali;

Il flusso veicolare equivalente<sup>4</sup> assegnato alla rete è il volume di veicoli in transito sui vari archi stradali, secondo quanto calcolato con il metodo dello "Static Traffic Assignment", sulla base del principio di Wardrop. Nelle rappresentazioni riportate a fondo testo gli archi stradali sono colorati secondo una scala cromatica, in cui al verde corrisponde un basso flusso e al marrone un alto flusso.

Il rapporto Flusso/Capacità è un indicatore del livello di servizio della rete stradale. Il modello di macro

In base ai valori di Flusso / Capacità è stata associato il Livello di servizio (da "A" ad "F") secondo la seguente scala di valori:

---

<sup>4</sup> Per veicoli equivalenti si intende un flusso di traffico calcolato secondo criteri di omogeneizzazione, in modo da rendere confrontabili flussi veicolari con differenti quote di veicoli commerciali. Infatti i veicoli commerciali, per le loro ridotte prestazioni di accelerazione e decelerazione, oltre che per il maggiore ingombro, saturano la capacità della strada con flussi inferiori rispetto alle automobili. Il rapporto di conversione tra le diverse categorie è il seguente:

- 1 automobile = 1 veic. equiv.;
- 1 veicolo comm. <3,5t = 1,5 veic. equiv.;
- 1 veicolo comm. >3,5t = 3 veic. equiv.

LIVELLO DI SERVIZIO	RAPPORTO FLUSSO/CAPACITÀ
A	≤ 18 %
B	18 ÷ 32 %
C	32 ÷ 52 %
D	52 ÷ 77 %
E	77 ÷ 100 %
F	> 100 %

Tabella 21 - Livelli di servizio – ambito extraurbano

Il rapporto Flusso / Capacità è utile per il calcolo del livello di servizio degli archi stradali, specie in ambito extraurbano, ed è indicativo della capacità residua della strada.

### 6.1.2. Parametri di Microsimulazione

La livello di servizio dell'intersezione è un parametro correlato ai perditempo nel superamento dell'intersezione. Si ricorda che il livello di servizio di una intersezione si esprime in funzione del tempo medio di attesa per il superamento dell'intersezione stessa, e varia da "A" a "F", dove il livello "A" corrisponde a ridotti tempi di attesa, "E" il raggiungimento della capacità ed F alla congestione totale. In ambito urbano il livello di servizio della rete stradale è governato dal livello di servizio dei nodi stradali, mentre in ambito extraurbano da quello degli archi stradali.

LIVELLO DI SERVIZIO	RITARDO MEDIO (SECONDI)
A	≤ 10
B	10 ÷ 15
C	15 ÷ 25
D	25 ÷ 35
E	35 ÷ 50
F	> 50

Tabella 22 - Livelli di servizio – ambito urbano

La lunghezza media delle code permette di avere un'idea più precisa di quale sarà il livello di congestione effettivo sulla rete, depurato da eventuali situazioni anomale, che possono creare temporanei fenomeni di congestione. Il controllo delle code medie presenti in rete permette inoltre di localizzare le intersezioni in cui si possono creare effetti di propagazione delle code tra intersezioni contigue.

### 6.1.3. Parametri globali della rete

Sono stati analizzati cinque parametri:

- Distanze totali percorse;
- Tempi totali di percorrenza;

- Velocità media dei veicoli sulla rete;
- Ritardo medio;
- Tempo medio di stop.

Per una analisi comparativa non sono importanti tanto i valori assoluti dei vari parametri, quanto piuttosto la loro variazione tra lo scenario di riferimento e gli scenari di progetto, in quanto viene sintetizzato il cambiamento intercorso (ad esempio la maggiore/minore congestione, i cambiamenti nella lunghezza media degli spostamenti tra i vari punti di generazione/attrazione di traffico, l'aumento/riduzione dei perditempo alle intersezioni).

## **6.2. Scenario di riferimento – stato di fatto**

La costruzione, la calibrazione dello scenario di riferimento rivestono un ruolo fondamentale all'interno dello studio di traffico. Il modello di simulazione infatti, per quanto precisa ed accurata possa essere la costruzione della rete e la ricostruzione della domanda di mobilità, rappresenta comunque una semplificazione delle caratteristiche reali della domanda, dell'offerta e del comportamento dei veicoli. La calibrazione del modello di traffico sono quindi necessarie per verificare che lo scostamento tra la realtà osservata e lo scenario simulato sia il minore possibile. Una volta che il modello risulta aderente al comportamento reale possono essere sviluppate tutte le varianti, sia dal lato della domanda che dell'offerta di traffico, per verificare la compatibilità trasportistica dello/degli scenari progettuali.

Lo scenario di riferimento, che in questo caso è rappresentato dallo stato di fatto, è dato dall'accoppiamento della rete stradale attuale all'interno dell'area di studio con la domanda di traffico rilevata con i conteggi di traffico.

### **6.2.1. Calibrazione del modello**

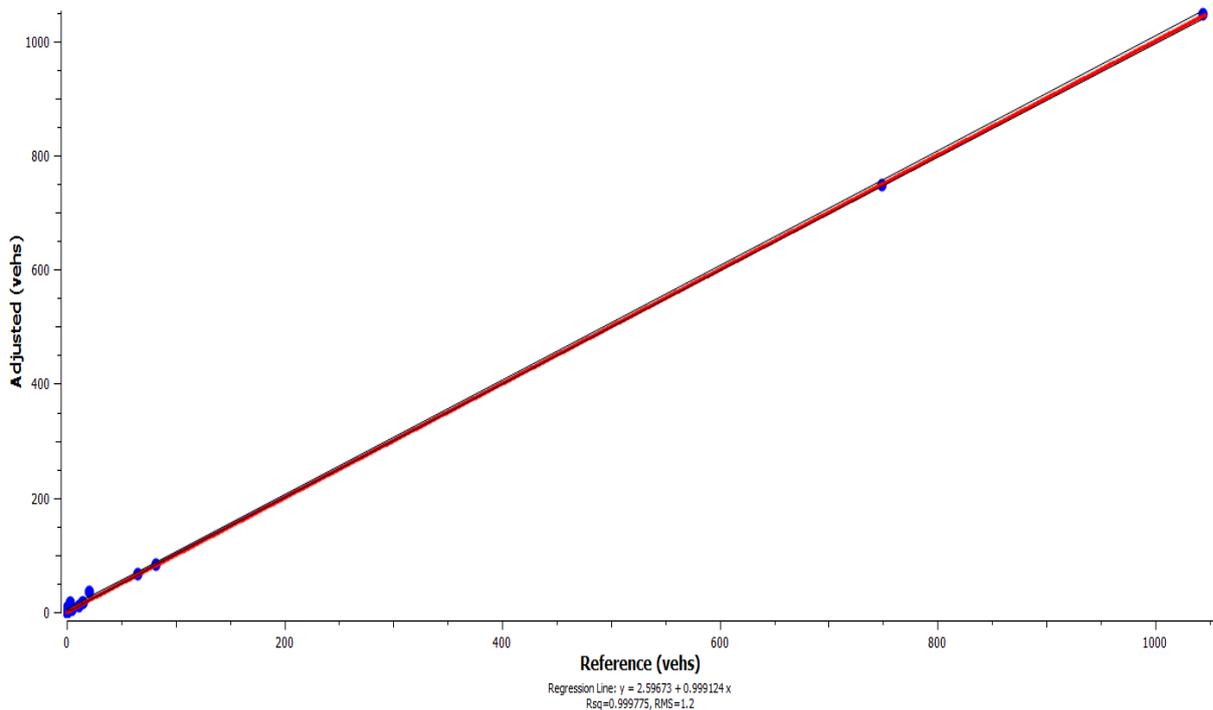
Per calibrazione si intende l'attività di costruzione del modello attraverso la regolazione di alcuni parametri chiave, in particolare:

- La matrice O/D;
- La capacità degli archi stradali;
- La velocità di percorrenza degli archi stradali;
- La funzione di flusso-capacità degli archi stradali;
- La regolazione delle precedenze alle intersezioni e delle fasi semaforiche dei semafori;
- I principali parametri delle classi veicolari incluse nel modello.

Nel presente caso non era nota la matrice O/D dell'area, né le caratteristiche funzionali degli archi stradali. Le caratteristiche geometriche, le regolamentazioni delle intersezioni e le velocità medie di percorrenza degli archi sono state rilevate tramite specifico sopralluogo durante le fasce orarie oggetto di simulazione. La capacità della rete stradale è stata calcolata secondo i principi generali riportati in principio di capitolo. Per ogni tipologia di strada è stata adottata una particolare funzione flusso-capacità.

Per la costruzione della matrice O/D è stata utilizzata una funzionalità del programma di macrosimulazione, che genera e/o aggiorna la matrice O/D sulla base di un set di dati di traffico.

Per calibrare e validare il modello sono stati utilizzati una serie di indicatori statistici di supporto, come il  $R^2$  (ro quadro). Il parametro  $R^2$  restituisce il quadrato del coefficiente angolare della retta di regressione lineare dei dati reali e dati simulati, confrontati in specifiche sezioni. Quando il suo valore è pari ad 1 esiste una perfetta corrispondenza tra le due serie di dati. Si può considerare come accettabile un valore superiore allo 0,8 e buono se superiore allo 0,9. Nel nostro caso il valore di  $R^2$  è pari a 0,999. I valori sono molto confortanti, in quanto la rete stradale è piuttosto articolata e una parte dei dati di traffico sono stati riservati per la fase di validazione. Nel seguente grafico è rappresentata la serie di dati e la retta di regressione lineare.



### 6.2.2. Analisi dello scenario di riferimento

Il maggior carico di traffico è concentrato lungo l'asse nord-sud, lungo la SP 233, e l'asse est-ovest, lungo la SP 527.

Di seguito si riportano i principali flussi di traffico simulati nell'ora di punta del venerdì:

- Sulla SP 233 nel tratto in direzione sud, verso Lainate, transitano mediamente 1300 veicoli/ora, mentre in direzione nord, verso Saronno, transitano mediamente 1000 veicoli/ora;
- Sulla SP 527 in direzione est transitano mediamente 700 veicoli/ora, mentre in direzione ovest ne transitano mediamente 900 veicoli/ora;

- Su via San Pietro transitano mediamente 250 veicoli/ora in direzione nord, mentre in direzione sud ne transitano mediamente 200 veicoli/ora;
- Su via de Gasperi transitano mediamente 10 veicoli/ora in direzione est, verso la SP 233;
- Su via Celeste Milani transitano mediamente 35 veicoli/ora sia in direzione ovest, verso la SP 233, sia in direzione est, in ingresso.

Analizzando i dati delle simulazioni si possono osservare fenomeni di congestionamento sulla SP 527 con tempi di attesa in colonna molto alti in ingresso alle rotatorie. Tale rallentamento dei flussi distribuiti sull'asse est-ovest è dovuta alla presenza di un flusso veicolare maggiore con percorrenza lungo l'asse nord-sud che impedisce l'ingresso fluido in rotatoria.

Le immagini relative alle simulazioni dello scenario di Stato di fatto sono riportate a fondo testo nell'**Allegato C**.

	<b>SDF</b>
<i>RITARDI [s/km]</i>	130
<i>DENSITA' [veh/km]</i>	0,96
<i>TOTALE VEICOLI CIRCOLANTI</i>	3.709
<i>DISTANZE PERCORSE [km]</i>	2.994
<i>TEMPO DI PERCORRENZA [ore]</i>	125
<i>VELOCITA' MEDIA [km/h]</i>	38
<i>TEMPO DI STOP [sec/km]</i>	102,45

**Tabella 23 - Analisi scenario di riferimento**

### 6.3. Scenario di progetto

È stato definito un unico scenario di progetto, che prevede l'incremento del traffico circolante derivante dalla realizzazione della nuova area commerciale. Parallelamente vengono apportate modifiche all'offerta infrastrutturale con la realizzazione di una rotatoria in corrispondenza della intersezione tra la SP 233 e le vie de Gasperi, Celeste Milani e San Pietro, per permettere un più agevole e sicuro accesso all'aria.

I parametri generali della rete simulata sono i seguenti:

	<b>PROG</b>
<i>RITARDI [s/km]</i>	162
<i>DENSITA' [veh/km]</i>	1,14
<i>TOTALE VEICOLI CIRCOLANTI</i>	4.176
<i>DISTANZE PERCORSE [km]</i>	3.332
<i>TEMPO DI PERCORRENZA [ore]</i>	167
<i>VELOCITA' MEDIA [km/h]</i>	31
<i>TEMPO DI STOP [sec/km]</i>	127,07

**Tabella 24 - Analisi scenario di riferimento**

#### 6.4. Comparazione generale tra gli scenari simulati

Per permettere una comparazione più oggettiva tra i diversi scenari sono stati registrati i parametri generali di rete per ciascuno scenario. Per facilitarne la lettura, i dati sono stati normalizzati a 100 per lo scenario di stato di fatto.

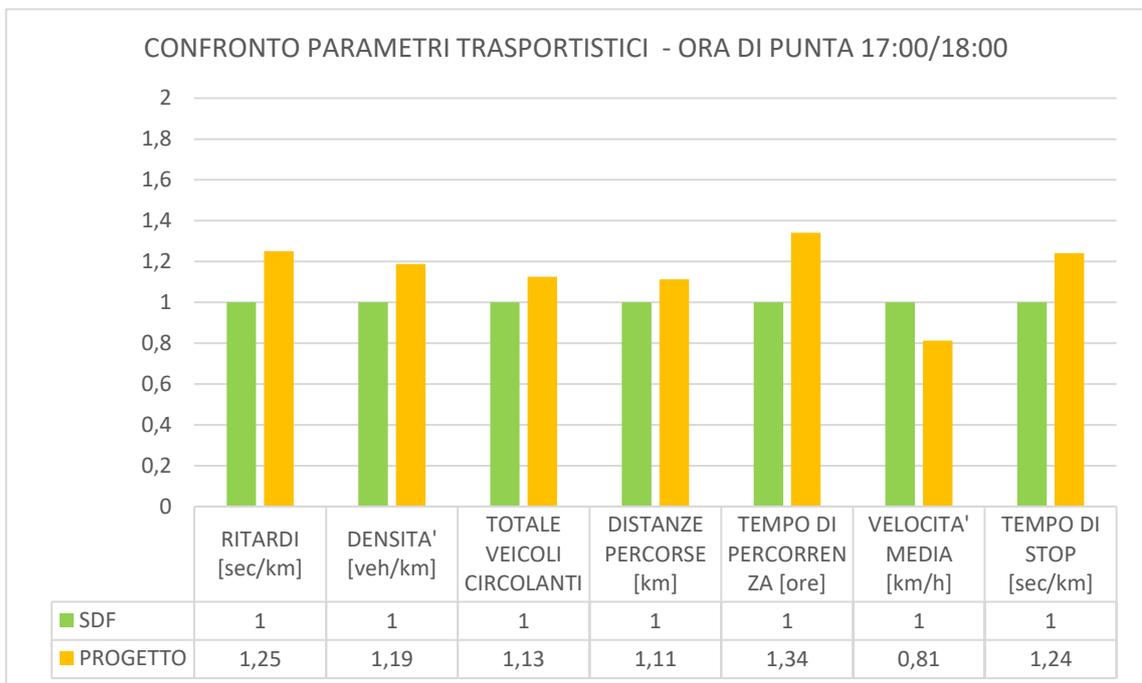
Nei grafici che seguono si riportano i valori trasportistici relativi a coefficiente di riempimento della rete, distanze percorse, tempo di percorrenza e velocità media.

	<b>SDF</b>	<b>PROG</b>
<i>RITARDI [s/km]</i>	130	162
<i>DENSITA' [veh/km]</i>	0,96	1,14
<i>TOTALE VEICOLI CIRCOLANTI</i>	3.709	4.176
<i>DISTANZE PERCORSE [km]</i>	2.994	3.332
<i>TEMPO DI PERCORRENZA [ore]</i>	125	167
<i>VELOCITA' MEDIA [km/h]</i>	38	31
<i>TEMPO DI STOP [sec/km]</i>	102,45	127,07

**Tabella 25 – Comparazione dei dati assoluti tra gli scenari**

	<b>SDF</b>	<b>PROG</b>	<b>Variazione%</b>
<i>RITARDI</i>	1	1,25	+25,1
<i>DENSITA'</i>	1	1,19	+18,8
<i>TOTALE VEICOLI CIRCOLANTI</i>	1	1,13	+12,6
<i>DISTANZE PERCORSE</i>	1	1,11	+11,3
<i>TEMPO DI PERCORRENZA</i>	1	1,34	+34
<i>VELOCITA' MEDIA</i>	1	0,81	-18,79
<i>TEMPO DI STOP</i>	1	1,24	+24

**Tabella 26 - Comparazione dei dati normalizzati tra gli scenari**



**Grafico 6 - Confronto tra stato di fatto e di progetto – Ora di punta del venerdì sera 17:00 – 18:00**

Dal precedente grafico si evince l'entità degli effetti della nuova area urbanizzata sull'assetto della viabilità della zona:

- I veicoli circolanti nella rete, aumentano di una quota pari al 12,60% tra lo stato di fatto e lo scenario di progetto dovuto dal nuovo insediamento;
- I ritardi medi subiti dagli utenti aumentano da 130 s/km dello stato di fatto a 162 s/km del progetto così come anche i tempi di percorrenza (da 125 a 167 ore). A primo approccio questi valori possono sembrare elevati, ma in realtà si deve considerare che i ritardi aumentano sia perché aumenta il numero di veicoli circolanti, ma anche perché, convertendo l'intersezione tra SP 233 e via Milani Celeste e via de Gasperi in rotonda,

il flusso principale della SS 233 è costretto a diminuire la sua velocità per poter superare le intersezioni;

- La velocità media si riduce di circa il 18,79% passando da 38 km/h a 31 km/h; ciò è dovuto non tanto dall'aumento del parco veicolare, ma dalla nuova configurazione geometrica della rete stradale;
- Anche le distanze percorse crescono del 11,30%, proporzionalmente all'accrescimento del traffico circolante.

Le immagini relative alle simulazioni dello scenario di Progetto sono riportate a fondo testo nell'**Allegato C**.

I livelli di servizio, riferiti all'ora di punta del giorno più carico, ovvero il venerdì dalle ore 17:00 alle ore 18:00, sono riepilogati nella tabella seguente.

SEZIONE STRADALE	LIVELLO DI SERVIZIO	
	STATO DI FATTO	PROGETTO
VIA DE GASPERI	A	A
SP 233	D/E	D/E
VIA CELESTE MILANI	A	A
SAN PIETRO	A/B	D
SP 527	D/E	D

Tabella 27 - Livelli di servizio

In generale la condizione viabilistica della rete stradale del Comune di Origgio, passando dallo stato di fatto a quello di progetto, mantiene pressochè costante i livelli prestazionali.

In particolare la strada via San Pietro, nel tratto a sud della SP 527, vede un leggero peggioramento in termini di livello di servizio, passando da un 15% del arapporto flusso/capacità nello stato di fatto ad un 50% nello scenario di progetto. Questo è dovuto, oltre all'aumento del flusso di traffico, all'apertura a doppio senso di circolazione del tratto finale di via San Pietro che permette a parte dei flussi veicolari già esistenti di cambiare il proprio percorso. Per quanto riguarda tutte le altre direzioni non si verificano variazioni significative, ad eccezione del tratto della SP 233 compreso tra la SP 527 e via de Gasperi, in direzione Lainate, che vede un leggero miglioramento passando da un 90% del arapporto flusso/capacità nello stato di fatto ad un 70% nello scenario di progetto.

Analizzando i perditempo i valori più elevati rimangono lungo l'asse della SP 527 con variazioni minime. Mentre si rileva un leggero aumento nel tratto della SP 233 compreso tra la rotatoria di progetto e la SP 527.

## 7. CONCLUSIONI

Il presente capitolo riporta in sintesi i risultati dell'impatto sulla viabilità dovuto alla realizzazione dell'insediamento di nuove funzioni commerciali.

Nell'ambito dell'intervento il progetto delle opere stradali, da realizzarsi sulla rete primaria, riguarda la messa in sicurezza del nodo SP 233-de Gasperi-Celeste Milani-San Pietro, mediante la realizzazione di una nuova rotonda a quattro rami con via San Pietro che crea direttamente una intersazione a T con via Celeste Milani.

In base a quanto esposto nei precedenti capitoli è possibile affermare quanto segue:

- Attualmente i fenomeni di congestionamento si localizzano lungo l'asse est-ovest della SP 527 e sulla SP 233 in corrispondenza dell'intersezione con la SP 527;
- Nello scenario di progetto i principali parametri trasportistici subiscono un lieve peggioramento dovuto all'incremento della domanda ad alla variazione dell'offerta in corrispondenza dell'intersezione tra la SP 233, via de Gasperi e via Celeste Milani;
- Nonostante l'aumento del parco circolante, nello scenario progettuale i fenomeni di congestionamento rimangono localizzati negli stessi tratti con un lieve peggioramento dettato comunque dall'aumento del flusso veicolare;
- La soluzione viabilistica prevista dal progetto in corrispondenza dell'intersezione vicino la nuova attività commerciale migliora la sicurezza lungo l'asse della SP 233 (la più frequentata) in quanto viene resa più agevole la svolta in sinistra su via Celeste Milani;
- I ritardi e i tempi di percorrenza nello scenario progettuale aumentano rispetto quelli dello stato di fatto. Ciò è conseguenziale non solo all'aumento il numero di veicoli circolanti, ma principalmente, alla riqualificazione dell'intersezione tra SP 233 e via de Gasperi e via Celeste Milani, in cui il flusso principale della SP 233 incontrerebbe una rotonda e dunque sarebbe costretto a diminuire la sua velocità per poter superare l'intersezione;
- Per un rapido confronto, si riportano i livelli di servizio delle tratte stradali analizzate per entrambi gli scenari:

SEZIONE STRADALE	LIVELLO DI SERVIZIO	
	STATO DI FATTO	PROGETTO
VIA DE GASPERI	A	A
SP 233	D/E	D/E
VIA CELESTE MILANI	A	A
SAN PIETRO	A/B	D
SP 527	D/E	D

In particolare la strada via San Pietro, nel tratto a sud della SP 527, vede un leggero peggioramento in termini di livello di servizio, passando da un 15% del rapporto flusso/capacità nello stato di fatto ad un 50% nello scenario di progetto. Questo è dovuto, oltre all'aumento del flusso di traffico, all'apertura a doppio senso di circolazione del tratto finale di via San Pietro che permette a parte dei flussi veicolari già esistenti di cambiare il proprio percorso. Per quanto riguarda tutte le altre direzioni non si verificano variazioni significative, ad eccezione del tratto della SP 233 compreso tra la SP 527 e via de Gasperi, in

direzione Lainate, che vede un leggero miglioramento passando da un 90% del arapporto flusso/capacità nello stato di fatto ad un 70% nello scenario di progetto.

Analizzando i perditempo i valori più elevati rimangono lungo l'asse della SP 527 con variazioni minime. Mentre si rileva un leggero aumento nel tratto della SP 233 compreso tra la rotatoria di progetto e la SP 527.

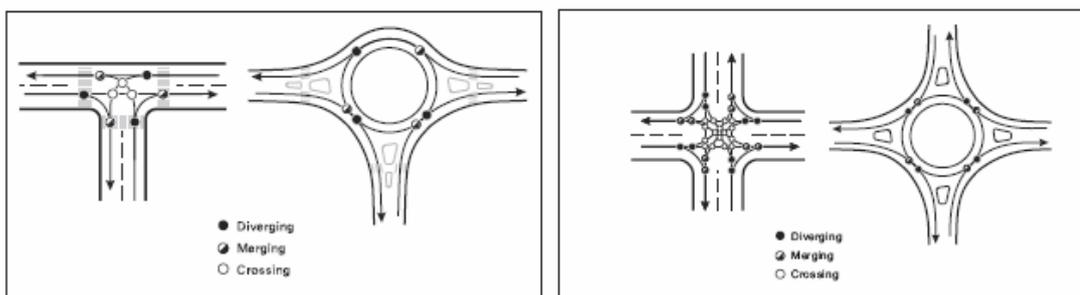
La previsione del progetto di realizzare una rotatoria, nell'intersezione tra la SP 233, via de Gaspari e via Ceeste Milani, per permettere l'ingresso nell'area di sviluppo è giustificata dalla presenza di numerosi studi sperimentali, che attraverso il monitoraggio dell'incidentalità prima e dopo la realizzazione di una rotatoria, hanno dimostrato come le rotatorie manifestano una migliore risposta in termini di livello di sicurezza rispetto alle altre tipologie di intersezione. Anche le statistiche ISTAT sugli incidenti stradali in Lombardia, aggiornate al 2017, confermano che le intersezioni più sicure sono quelle regolate secondo impianto rotatorio. Infatti, si legge:

*“La maggior parte dei sinistri stradali avviene lungo un rettilineo, sia sulle strade urbane (42,7%) sia su quelle extraurbane (54,2%). Al secondo posto come frequenza di accadimento in ambito urbano abbiamo gli incidenti che avvengono nei pressi di una intersezione, con il 29,5% del totale, seguiti da quelli che si verificano in corrispondenza degli incroci (15,0%) e nei pressi di una rotatoria (6,2%). Lungo le strade extraurbane il 17,7% degli incidenti si verifica in curva, l'11,1% nei pressi di una intersezione.”*

Quindi, ipotizzando di sostituire in ambito urbano intersezioni ed incroci pericolosi con rotatorie, si potrebbe migliorare la sicurezza stradale passando da una probabilità di sinistro del 44,5% al 6,2%.

Sebbene vi sia una percentuale residua di incidentalità nelle rotatorie, è invece evidenziata una riduzione della gravità degli incidenti. Tale risultato è strettamente connesso ad alcuni elementi:

- Le rotatorie hanno meno punti di conflitto in confronto alle intersezioni tradizionali (semaforizzate o regolate da segnali di stop o di dare precedenza). Inoltre sono eliminati i conflitti potenzialmente più pericolosi: scontri ad angolo retto e manovre di svolta a sinistra;



Confronto dei punti di conflitto tra intersezioni a tre/quattro rami e rotatorie

- Le basse velocità operative associate alle sistemazioni a rotatoria garantiscono maggiori tempi ai guidatori per reagire di fronte a conflitti potenziali;
- Dal momento che la maggior parte dei veicoli circola in rotatoria a velocità simili, la gravità degli incidenti risulta ridotta rispetto alle intersezioni tradizionali;
- I pedoni possono attraversare una corrente di marcia alla volta, in confronto alle intersezioni non regolate. Se la rotatoria viene disegnata correttamente, si ha l'effetto

di controllo delle traiettorie e soprattutto di riduzione delle velocità operative sui rami d'ingresso ed uscita, a beneficio di una ridotta gravità di incidenti.

Nelle intersezioni regolate da segnali di "stop" o "dare precedenza" i conducenti in svolta a destra spesso guardano solo a sinistra per verificare l'assenza di veicoli in arrivo, a danno e a rischio di eventuali pedoni in attraversamento da destra o sulla propria destra. Questo aspetto è aggravato dalla possibilità che i conducenti non si fermino completamente alla linea di arresto o non percepiscano la possibilità di conflitto con il pedone.

In sintesi si può affermare la compatibilità del nuovo insediamento con la situazione viaria esistente modificata mediante la realizzazione della rotatoria necessaria in quanto:

- consente all'infrastruttura viaria esistente di smaltire, con un accettabile livello di servizio, l'aumento della domanda di mobilità, mantenendo i ritardi e i tempi di percorrenza pressochè invariati rispetto a quelli dello stato di fatto;
- globalmente consente di migliorare il livello della sicurezza lungo l'asse SP 233 – via de Gasperi – via Celeste Milani in quanto, non solo costituisce un rallentamento delle velocità di transito dei veicoli, ma vengono rese più agevoli le manovre di svolta in via de Gasperi e in via Celeste Milani, eliminando la presenza di veicoli fermi per la svolta in sinistra.

## **ALLEGATO A – CONTEGGI DI TRAFFICO IN AUTOMATICO**

**ALLEGATO B – STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO**

SUPERFICI DI VENDITA	MQ
ALIMENTARE	2.100
NON ALIMENTARE	1.980
<b>TOTALE</b>	<b>4.080</b>

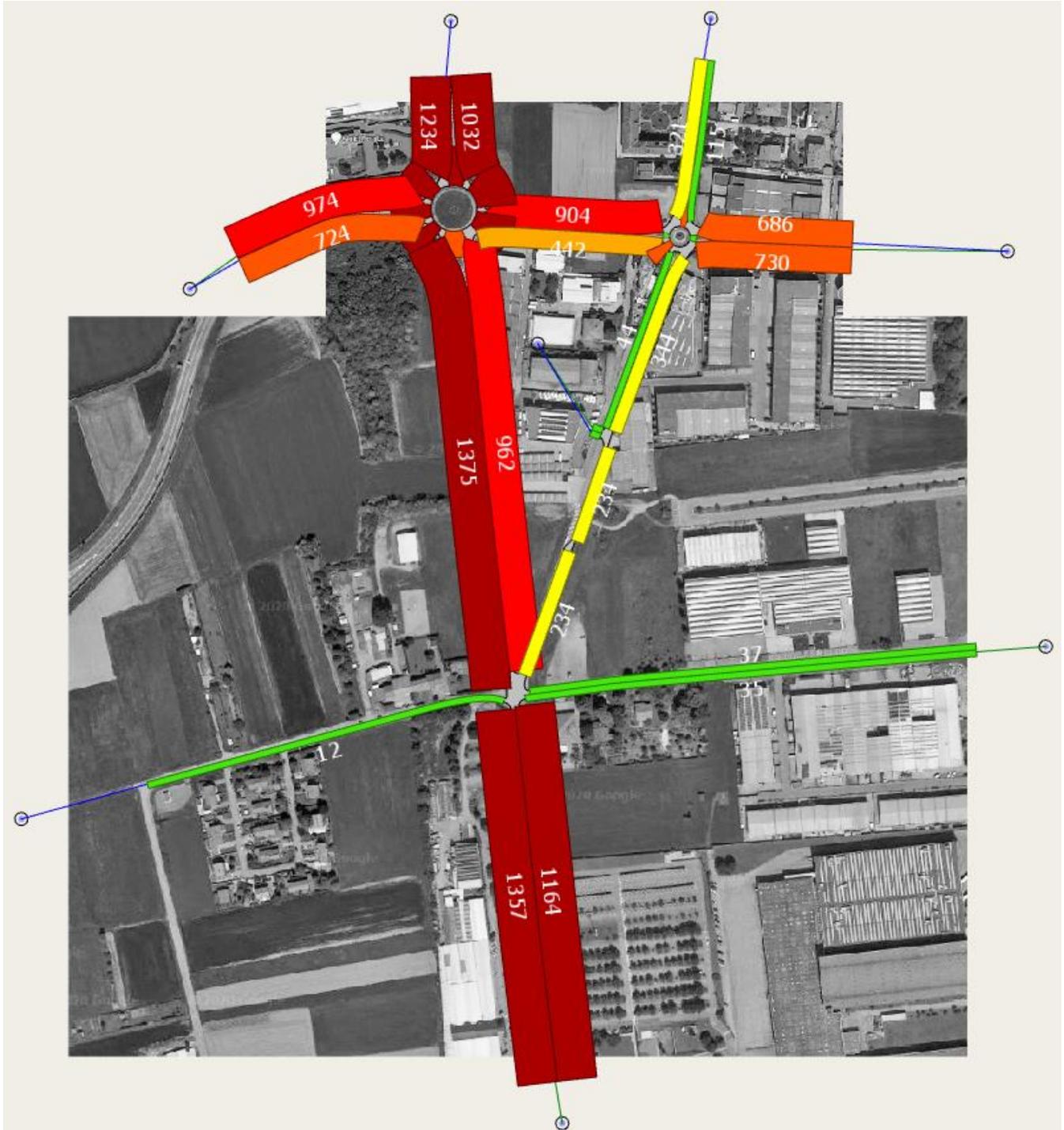
**COMUNI CRITICI**

<b>COEFFICIENTI PER LA STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO DALL'INSEDIAMENTO</b>		
<b>SUPERFICIE DI VENDITA ALIMENTARE</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
0-3.000	0,25	0,30
3.000-6.000	0,12	0,17
> 6.000	0,04	0,05
<b>SUPERFICIE DI VENDITA NON ALIMENTARE</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
0-5.000	0,10	0,18
5.000-12.000	0,08	0,14
> 12.000	0,05	0,06
<b>VEICOLI INDOTTI NELL'ORA DI PUNTA DALLA FUNZIONE COMMERCIALE ALIMENTARE</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
Veicoli bidirezionali	525	630
Veicoli in ingresso	315	378
Veicoli in uscita	210	252
<b>VEICOLI INDOTTI NELL'ORA DI PUNTA DALLA FUNZIONE COMMERCIALE NON ALIMENTARE</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
Veicoli bidirezionali	198	356
Veicoli in ingresso	119	214
Veicoli in uscita	79	142
<b>VEICOLI INDOTTI NELL'ORA DI PUNTA DAL NUOVO INSEDIAMENTO</b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
Veicoli bidirezionali	723	986
Veicoli in ingresso	434	592

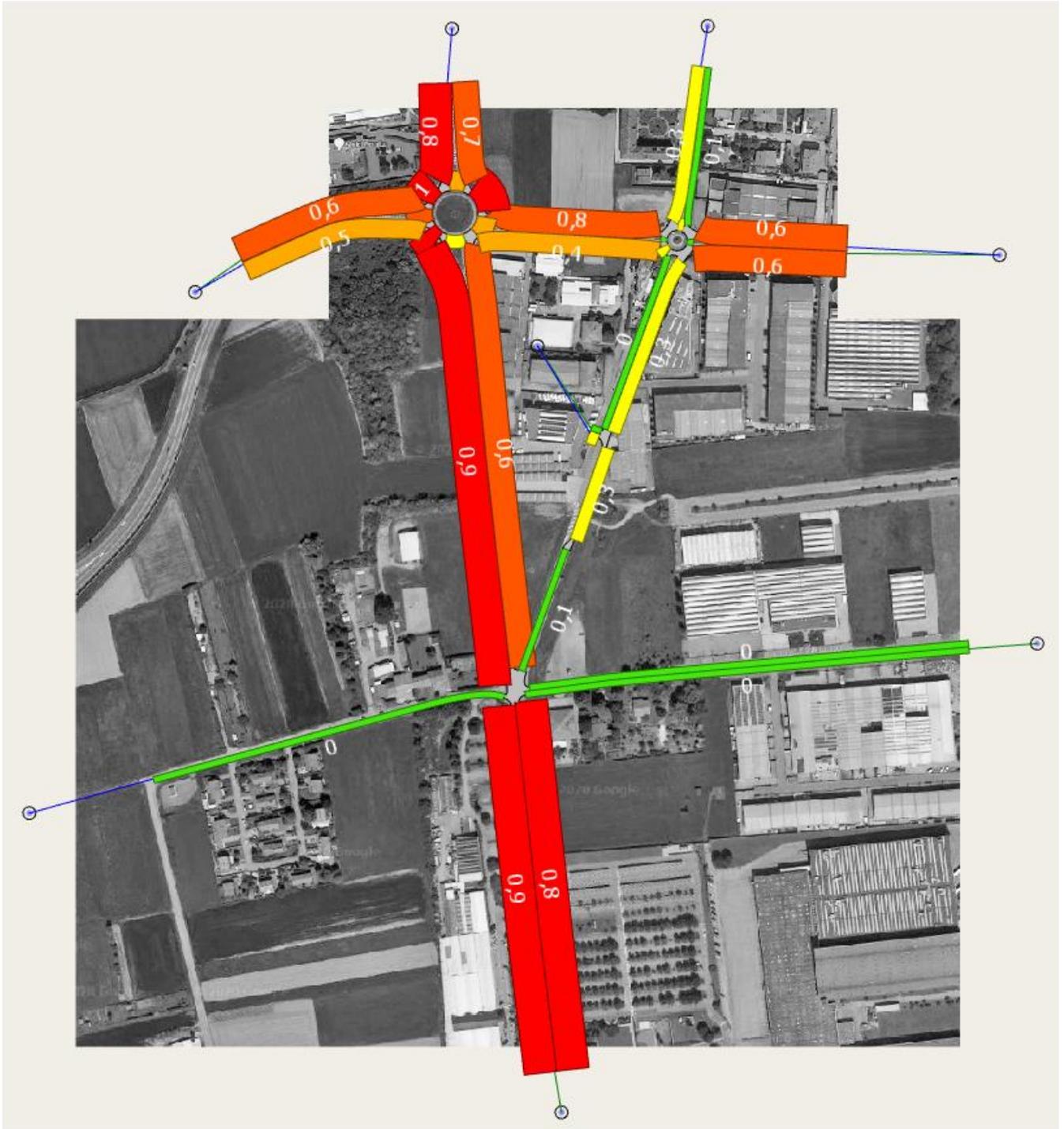
<i>Veicoli in uscita</i>	289	394
<b><i>VEICOLI INDOTTI <u>AGGIUNTIVI</u> NELL'ORA DI PUNTA DAL NUOVO INSEDIAMENTO</i></b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
<i>Veicoli bidirezionali</i>	434	592
<i>Veicoli in ingresso</i>	304	414
<i>Veicoli in uscita</i>	130	178
<b><i>VEICOLI INDOTTI <u>DEVIATI</u> NELL'ORA DI PUNTA DAL NUOVO INSEDIAMENTO</i></b>	<b>Venerdì</b>	<b>Sabato / Domenica</b>
<i>Veicoli bidirezionali</i>	289	466
<i>Veicoli in ingresso</i>	202	326
<i>Veicoli in uscita</i>	87	140

ALLEGATO C – IMMAGINI SIMULAZIONI

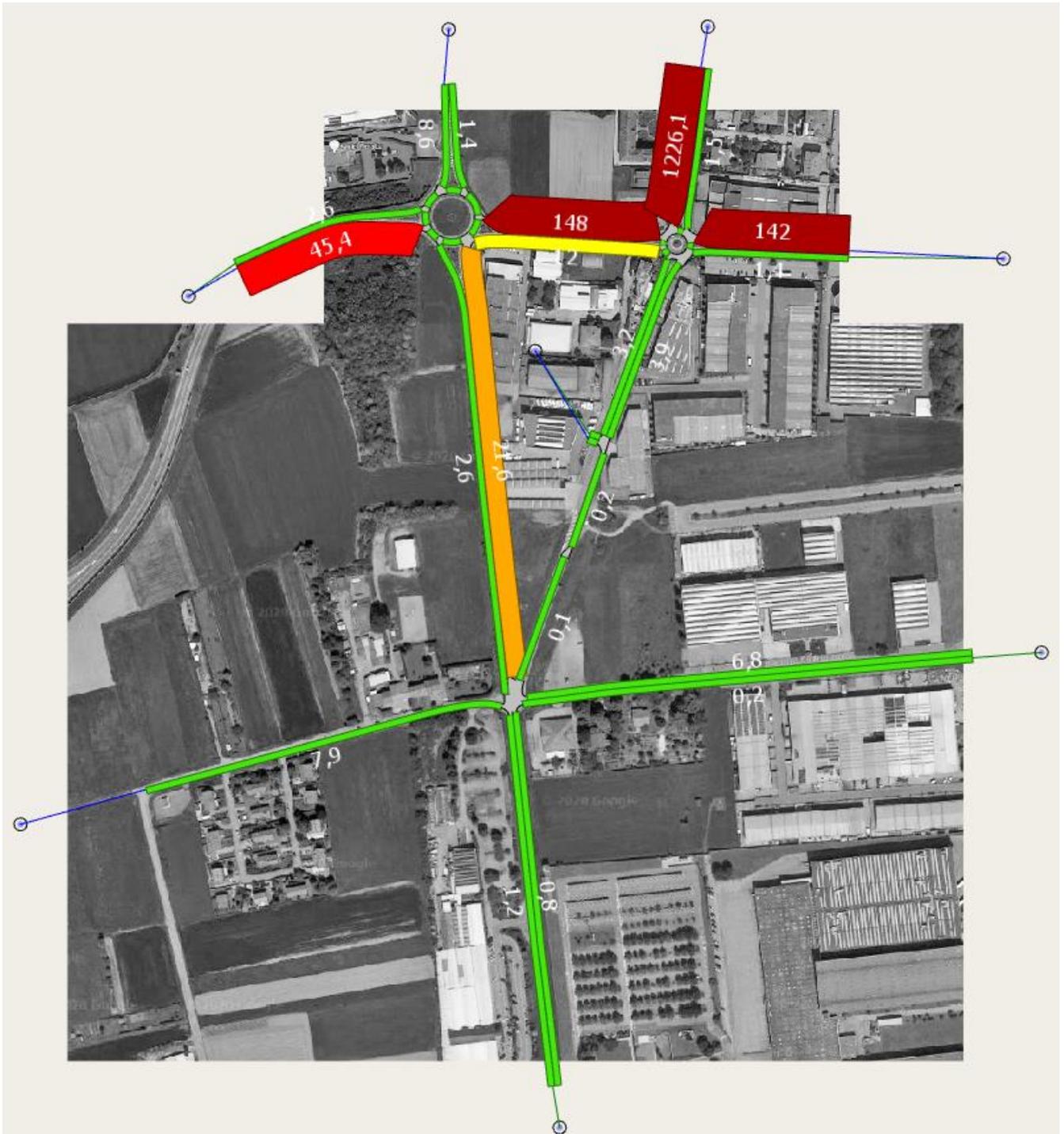
STATO DI FATTO – FLUSSI VEICOLARI ASSEGNATI [VEICOLI/ORA]



STATO DI FATTO – RAPPORTO FLUSSO / CAPACITA' [-]



STATO DI FATTO – PERDITEMPO NELLA PERCORRENZA DELL'ARCO STRADALE [s]



PROGETTO - FLUSSI VEICOLARI ASSEGNATI [VEICOLI/ORA]

