



COMUNE DI BUSTO ARSIZIO
PROVINCIA DI VARESE

PIANO URBANO DEL TRAFFICO

AGGIORNAMENTO DEL PIANO GENERALE



progettazione

Certificato UNI EN ISO 9001
n° 24163/01/S

direzione tecnica



emesso da RINA Services SpA

associato



TAU trasporti e ambiente urbano srl
p.iva e c.f. 05500190961

via Oslavia, 18/7
20134 Milano



t +39 02 26417244

studio@t-au.com

t +39 02 26417284

studio@pec.t-au.com

f +39 02 73960215

www.t-au.com

codifica elaborato

commessa	fase	livello	tipo	prog	rev	nr	scala
3514	PUT	A	RG	03	A	1.3.1	-

oggetto

PROPOSTA DI PIANO – STUDIO DI TRAFFICO VIALE DUCA D'AOSTA

rev	data	autore	verifica	approvazione
A	Febbraio 2016	Fabio Mazzon	Marco Salvadori	Giorgio Morini
B				
C				
D				

La proprietà intellettuale di questo documento è riservata alla società Tau Trasporti e Ambiente Urbano s.r.l. 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 Trasporti e Ambiente Urbano s.r.l. né venire comunicato a terzi o riprodotto. La società proprietaria tutela i propri diritti a rigore di legge.

INDICE

1. INTRODUZIONE	5
2. OFFERTA DI MOBILITA'	6
2.1. Offerta di mobilità – Scenario attuale.....	6
2.2. Offerta di mobilità – Scenari di progetto.....	9
2.2.1. Scenario di progetto 1 – Mantenimento della rete nella conformazione attuale.....	11
2.2.2. Scenario di progetto 2 – Riorganizzazione della rete stradale	11
3. DOMANDA DI MOBILITÀ	14
3.1. Domanda di mobilità – Stato di fatto.....	14
3.1.1. Manovre di svolta all'intersezione	15
3.2. Domanda di mobilità – Scenario di progetto	15
3.2.1. Stima del traffico indotto dalla struttura di vendita	16
3.2.2. Stima della capacità di sosta necessaria per la media superficie di vendita	18
3.2.3. Stima del traffico indotto dall'istituto scolastico.....	20
3.2.4. Itinerari del traffico indotto.....	21
3.3. Matrici Origine / Destinazione degli scenari analizzati	24
4. IL MODELLO DI CALCOLO	31
5. SIMULAZIONI MODELLISTICHE	33
5.1. Parametri trasportistici analizzati.....	34
5.1.1. Parametri di Macrosimulazione.....	34
5.1.2. Parametri di Microsimulazione	35
5.1.3. Parametri globali della rete	35
5.2. Scenario di riferimento – Stato di Fatto.....	36
5.2.1. Flussi veicolari	36
5.2.2. Rapporto Flusso/Capacità e fenomeni congestivi	36

5.2.3. Perditempo	36
5.2.4. Distanze percorse, tempi di percorrenza e velocità media dei veicoli.....	37
5.3. Scenario di progetto 1	38
5.3.1. Flussi veicolari	38
5.3.2. Rapporto Flusso/Capacità e fenomeni congestivi	38
5.3.3. Perditempo	38
5.3.4. Distanze percorse, tempi di percorrenza e velocità media dei veicoli.....	39
5.4. Scenario di progetto 2	41
5.4.1. Flussi veicolari	41
5.4.2. Rapporto Flusso/Capacità e fenomeni congestivi	41
5.4.3. Perditempo	42
5.4.4. Distanze percorse, tempi di percorrenza e velocità media dei veicoli.....	42
6. CONCLUSIONI	46
ALLEGATO A – INDAGINI DI TRAFFICO (CONTEGGI MANUALI)	47

1. INTRODUZIONE

Il presente studio, sviluppato all'interno del processo di aggiornamento del Piano Urbano del Traffico, analizza in modo approfondito la dinamica del traffico veicolare lungo l'asse di viale Duca d'Aosta, da via XX Settembre a largo Giardino.

Lo studio, oltre a fornire precise indicazioni sull'andamento del rapporto tra domanda e offerta di mobilità veicolare lungo uno degli itinerari più importanti della rete stradale urbana di Busto Arsizio, verifica la fattibilità dell'insediamento all'interno delle aree dell'Ex Calzaturificio Borri di una media struttura di vendita e di un istituto scolastico per oltre 1.000 studenti. Le informazioni riguardanti le caratteristiche delle due iniziative per il recupero delle aree produttive oggi dismesse sono tratte dai seguenti documenti:

- *“Insediamento di media superficie commerciale – Ambito ex calzaturificio Borri viale Duca d'Aosta – via Pisacane”*, luglio 2015;
- *“Insediamento di media superficie commerciale – Ambito ex calzaturificio Borri viale Duca d'Aosta – via Pisacane – Allegato allo studio di impatto viabilistico”*, novembre 2015.

Il presente studio stima e valuta gli effetti derivanti da:

- Traffico veicolare indotto dalla struttura di vendita e dall'istituto scolastico;
- Progetto di riqualificazione della viabilità mediante potenziamento dell'intersezione di viale Duca d'Aosta con le vie Galilei e Mameli e delle vie Pisacane e Biancardi.

Lo studio è articolato in più fasi:

- Offerta di mobilità;
- Domanda di mobilità;
- Modello di calcolo e simulazioni di traffico;
- Considerazioni conclusive.

Lo studio sviluppa sia 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.

2. OFFERTA DI MOBILITA'

2.1. Offerta di mobilità – Scenario attuale

L'area di studio analizzata è la porzione di via Duca D'Aosta nel tratto tra via XX Settembre e Largo Giardino, incluse le strade traverse e i controviaiali.



Vista aerea dell'area di studio e degli archi stradali oggetto di indagine (in verde).



Intersezione Duca d'Aosta – XX Settembre. Intersezione semaforizzata.



Intersezione Duca d'Aosta – Galilei – Mameli. Intersezione semaforizzata.



Intersezione Duca d'Aosta – Miani – Biancardi. Intersezione a precedenza.



Intersezione Duca d'Aosta – S. Giovanni Bosco – Cantore. Intersezione semaforizzata.



Intersezione Duca d'Aosta – Diaz – Castelfidardo – Gavinana - Volturmo. Intersezione semaforizzata.

Viale Duca d'Aosta è quasi ovunque organizzato con una carreggiata centrale a due corsie per senso di marcia e un controviale per lato ad una corsia di marcia. In corrispondenza delle intersezioni semaforizzate, i flussi sono canalizzati in 2/3 corsie, a seconda delle manovre di svolta consentite.

L'intersezione di largo Giardino, essendo molto complessa, è organizzata su molte fasi, con lunghi tempi di rosso per le strade secondarie (specialmente via Castelfidardo e via Volturmo).

All'intersezione con via Mameli – via Galilei i veicoli diretti a nord per un breve tratto possono transitare su una sola corsia, causa la presenza di 3 corsie canalizzate nell'altro senso di marcia. Questa conformazione limita la capacità di deflusso lungo l'asse principale.

Da segnalare che gli i pedoni che attraversano viale Duca d'Aosta devono percorrere lunghe distanze (20-30 m), senza possibilità di attraversare un flusso alla volta.

2.2. Offerta di mobilità – Scenari di progetto

La riqualificazione di un intero quartiere cittadino a ridosso del centro storico e insistente sulla viabilità fondamentale comporta, oltre al potenziamento della rete, un ripensamento complessivo dello schema di circolazione, al fine di eliminare i punti che limitano la capacità di deflusso veicolare, specialmente nelle ore di maggiore domanda del mattino e della sera.

Le proposte di modifica delle infrastrutture derivano quindi sia da quanto contenuto nella relazione illustrativa del Piano Generale del Traffico Urbano, che da quanto emerso in sede di applicazione del modello di traffico dell'area.

Nell'area dell'ex calzaturificio è previsto l'insediamento sia una media struttura di vendita (inferiore a 2.500 mq) che un istituto scolastico (scuola primaria, medie e superiori); nel breve termine è prevista la sola media struttura di vendita. Come si vedrà nei capitoli seguenti, la struttura di vendita presenta flussi distribuiti lungo l'intera giornata, specialmente la tarda mattinata e il tardo pomeriggio, con flussi orari relativamente ridotti, mentre la scuola presenta flussi temporalmente molto concentrati, in corrispondenza dell'orario di ingresso e uscita degli studenti. Dovendo analizzare gli effetti viabilistici nella combinazione di traffico peggiore, il periodo della mattina risulta maggiormente critico rispetto a quello del pomeriggio/sera.

A seguire, si riportano l'estratto della Tavola C2.10 – Azzonamento del Piano delle Regole, l'estratto dell'art. 23 delle norme del Piano delle Regole e della scheda urbanistica relativa all'Ex Calzaturificio Borri.



Lo studio analizza la soluzione di lungo termine della viabilità, corrispondente all'insediamento sia della media struttura di vendita, che del plesso scolastico. Le valutazioni sono condotte per due scenari:

- **Scenario di progetto 1:** mantenimento della rete nella configurazione attuale;

- **Scenario di progetto 2:** realizzazione di interventi di adeguamento della rete.

2.2.1. Scenario di progetto 1 – Mantenimento della rete nella conformazione attuale

È la soluzione che non prevede interventi infrastrutturali, ma soltanto la riorganizzazione dello schema di circolazione in alcuni punti della rete.

L'accesso alla media struttura di vendita avviene sia dal controviale di via Duca d'Aosta che da via Pisacane, mentre le uscite sono organizzate solo sulla via Pisacane. La scelta di eliminare le uscite sul controviale sono dovute alle difficoltà di immissione dei veicoli sulla viabilità principale.

L'accesso al nuovo plesso scolastico avviene lungo via Biancardi, e non su una nuova viabilità interna al quartiere che colleghi via Pisacane al controviale, per garantire una migliore accessibilità all'area. Via Pisacane e via Biancardi vengono organizzate a doppio senso di marcia, rispettivamente nei tratti a sud di via Biancardi e ad ovest di via Pisacane. La trasformazione in strada a doppio senso di marcia dovrà avvenire mediante l'eliminazione della sosta veicolare in fila esistente. I posti auto eliminati potranno essere compensati con nuovi parcheggi fuori carreggiata interni alle aree in corso di trasformazione.

Nel breve termine potrebbe essere valutata l'ipotesi di trasformare a doppio senso di marcia solo un breve tratto di via Pisacane, funzionale all'accesso dei veicoli al parcheggio sotterraneo della media struttura di vendita.

2.2.2. Scenario di progetto 2 – Riorganizzazione della rete stradale

È la soluzione che garantisce una miglior scorrevolezza del traffico veicolare e sicurezza dell'utenza ciclopedonale lungo viale Duca d'Aosta.

L'ipotesi di riorganizzazione prevede la realizzazione di una rotatoria classica, con precedenza ai flussi circolanti sull'anello, di circa 30-35 m di diametro esterno, al posto dell'attuale intersezione semaforica; questa soluzione impone che i controviali di viale Duca d'Aosta abbiano inizio e fine al di fuori delle aree di intersezione, perseguendo l'obiettivo di ridurre significativamente i punti di conflitto dei veicoli, migliorare la leggibilità delle intersezioni ed evitare che i controviali siano utilizzati per itinerari di transito.

L'accesso alla media struttura di vendita e all'istituto scolastico avviene in modo analogo a quanto illustrato per lo Scenario di progetto 1.

Si riporta di seguito uno stralcio della rete stradale di progetto, che include sia la nuova rotatoria che la nuova geometria dei controviali.



Schema viabilistico dello scenario di progetto 2 – Nuova rotatoria e riorganizzazione dei controviai del viale Duca d'Aosta.

Come per lo Scenario 1, si ipotizza di rendere a doppio senso di marcia due tratti delle vie Pisacane e Biancardi, rispettivamente nei tratti a sud di via Biancardi e ad ovest di via Pisacane. Nel breve termine potrebbe essere valutata l'ipotesi di trasformare a doppio senso di marcia solo un breve tratto di via Pisacane, funzionale all'accesso dei veicoli al parcheggio sotterraneo della media struttura di vendita.

Ricordiamo che la trasformazione dell'intersezione con le vie Galilei e Mameli da incrocio semaforizzato a rotatoria comporta l'indirizzamento dei controviai verso la carreggiata centrale prima e dopo l'intersezione. Questo schema viabilistico, come riportato nella figura di cui sopra, può essere esteso all'intero viale Duca d'Aosta nell'ambito di una riqualificazione di carattere strategico di medio/lungo periodo, che può essere rinviata ad un

secondo tempo, non avendo diretta influenza sulla capacità del sistema viabile afferente l'area di studio.

3. DOMANDA DI MOBILITÀ

3.1. Domanda di mobilità – 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.

I dati di traffico disponibili consistono in:

- Conteggi manuali delle manovre di svolta nell'ora di punta della sera 18.00-19.00 presso 4 intersezioni (Duca d'Aosta – XX Settembre, Duca d'Aosta – Mameli – Galilei, Duca d'Aosta – via Don Bosco – via Cantore e Duca d'Aosta – Diaz – Castelfidardo – Gavinana – Volturmo), contenute nello studio di traffico di riferimento¹, rilevati nel maggio 2015;
- Dati di traffico del semaforo attuato dal traffico (dati per 7 giorni consecutivi, raggruppati in periodi di 15 minuti) di Largo Giardino (Duca d'Aosta – Diaz – Castelfidardo – Gavinana – Volturmo)², rilevati nel marzo 2015;
- Conteggi manuali delle manovre di svolta, effettuati contestualmente al presente studio, all'intersezione Duca d'Aosta – Mameli – Galilei, rilevati nel gennaio 2016 (periodo scolastico).

La matrice Origine/Destinazione complessiva dell'area analizzata è derivata, quindi, dalla combinazione dei dati esistenti e dalle integrazioni del gennaio 2016. Dal momento che non esistono dati rilevati ad alcune intersezioni (ad esempio con le vie Miani – Biancardi, Libia, Pergolesi), e che i dati di traffico utilizzati non sono contemporanei, la matrice elaborata potrebbe essere localmente non perfettamente aderente ai flussi effettivamente transitanti, ancorché rappresentativa della media annuale.

¹ Dati tratti dallo studio di traffico *“Innesadimento di media superficie commerciale – Ambito ex calzaturificio Borri viale Duca d'Aosta – via Pisacane”*, luglio 2015.

² Fonte: Polizia Locale di Busto Arsizio

3.1.1. *Manovre di svolta all'intersezione*

Nel mese di gennaio 2016, in periodo scolastico, sono state rilevate le manovre di svolta in corrispondenza dell'intersezione semaforizzata tra viale Duca d'Aosta, via Mameli e via Galilei.

I conteggi sono stati condotti manualmente in un giorno feriale medio nelle fasce orarie di punta:

- Della mattina, dalle ore 7.30 alle ore 9.30;
- Della sera, dalle ore 17.00 alle ore 19.00.

Le tipologie veicolari rilevate sono state le seguenti:

- Autovetture;
- Veicoli commerciali leggeri aventi massa complessiva inferiore a 3,5 t;
- Veicoli commerciali pesanti aventi massa complessiva superiore a 3,5 t.

Tabelle con i dati analitici rilevati, per quarto d'ora, e grafici rappresentanti la distribuzione del carico veicolare di ciascuna intersezione sono riportati nell'**Allegato A** a fondo testo. È stata poi determinata l'ora di punta e il fattore dell'ora di punta (calcolato come rapporto tra il flusso di traffico dell'ora di punta e 4 volte il flusso del quarto d'ora più carico).

Dai dati emerge che i flussi circolanti in ingresso all'intersezione al mattino sono complessivamente maggiori rispetto alla sera, rispettivamente 2.800 e 2.300 veicoli/ora. I flussi sono rilevanti sia da viale Duca d'Aosta (35% circa sia da nord che da sud) che da via Mameli (20-25%), mentre sui controviali il flusso è abbastanza scarso (circa 5% sia da nord che da sud).

Sia al mattino che alla sera le manovre di attraversamento nord-sud su via Duca d'Aosta rappresentano circa la metà dei flussi totali (circa 500 veicoli/ora per senso di marcia). È rilevante anche il flusso di attraversamento est-ovest da via Mameli a via Galilei, con circa 250 veicoli/ora. Riguardo alla classificazione, i veicoli commerciali rappresentano mediamente il 5-6% dei flussi veicolari, di cui il 3-4% inferiori alle 3,5 t e il 2% oltre le 3,5t.

L'ora di punta del mattino è risultata essere tra le 7.30 e le 8.30 (2.849 veicoli in ingresso all'intersezione), mentre alla sera tra le 17.30 e le 18.30 (2.363 veicoli in ingresso all'intersezione).

3.2. **Domanda di mobilità – Scenario di progetto**

La domanda di mobilità di progetto è la somma tra il traffico attualmente circolante e quello generato dai nuovi insediamenti.

Per i dati riguardanti il traffico indotto, lo studio fa riferimento agli studi disponibili³.

³ I dati di partenza (superficie di vendita, posti auto parcheggio, n° studenti e addetti polo scolastico) si è fatto riferimento ai seguenti studi di traffico:

La media struttura ha una superficie di vendita di 2.300 m², di cui 2.050 m² alimentari e 250 m² non alimentari.

3.2.1. Stima del traffico indotto dalla struttura di vendita

Il traffico indotto dal nuovo insediamento è stato calcolato sulla base delle indicazioni della normativa di Regione Lombardia, che indica il traffico indotto, sia in ingresso che in uscita, dalle strutture commerciali nell'ora di punta della sera. Il traffico indotto è calcolato moltiplicando la superficie di vendita per un coefficiente variabile in funzione delle superfici di vendita e dei prodotti venduti, se alimentari o non alimentari. I coefficienti sono i seguenti:

Tabella coefficienti traffico indotto – Superficie di vendita alimentare

Superficie di vendita alimentare	Venerdì	Sabato / Domenica
0-3.000	0,25	0,30
3.000-5.000	0,12	0,17
> 5.000	0,04	0,05

Tabella coefficienti traffico indotto – Superficie di vendita non alimentare

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

Si prevede che il punto vendita avrà una superficie di vendita alimentare di 2.050 m² e non alimentare di 250 m². Applicando i coefficienti precedentemente illustrati si determina il seguente traffico indotto:

Veicoli indotti nell'ora di punta dal nuovo insediamento	Venerdì	Sabato / Domenica
Veicoli bidirezionali	538	660
Veicoli in ingresso	323	396
Veicoli in uscita	215	264

-
- *“Insediamento di media superficie commerciale – Ambito ex calzaturificio Borri viale Duca d’Aosta – via Pisacane”*, luglio 2015;
 - *“Insediamento di media superficie commerciale – Ambito ex calzaturificio Borri viale Duca d’Aosta – via Pisacane – Allegato allo studio di impatto viabilistico”*, novembre 2015.

Dal momento però che:

- La nuova struttura è posizionata in ambito urbano (punto vendita di prossimità);
- La nuova struttura sarà ben collegata con itinerari ciclopedonali;
- L'esperienza ha dato modo di verificare che i coefficienti di Regione Lombardia sono particolarmente sovradimensionati.

si stima che la domanda di traffico veicolare indotta sarà inferiore a quanto previsto dai coefficienti di Regione Lombardia. Tale riduzione è ipotizzata pari al 50%. I valori di traffico indotto sono quindi:

Veicoli indotti nell'ora di punta dal nuovo insediamento	Venerdì	Sabato / Domenica
Veicoli bidirezionali	269	330
Veicoli in ingresso	162	198
Veicoli in uscita	108	132

Di questo traffico indotto, una parte è aggiuntivo e una parte deviato, in quanto già circolante lungo la viabilità analizzata. Si stima che il traffico effettivamente aggiuntivo alla rete analizzata sia l'80% del totale generato, mentre il restante 20% sia deviato, ovvero costituito da veicoli circolanti all'interno dell'area analizzata e diretti verso un'altra media struttura. Tali flussi sono quindi:

Veicoli indotti AGGIUNTIVI nell'ora di punta dal nuovo insediamento	Venerdì	Sabato / Domenica
Veicoli bidirezionali	215	264
Veicoli in ingresso	130	158
Veicoli in uscita	86	106

Veicoli indotti DEVIATI (ATTUALMENTE CIRCOLANTI) nell'ora di punta dal nuovo insediamento	Venerdì	Sabato / Domenica
Veicoli bidirezionali	54	66
Veicoli in ingresso	32	40
Veicoli in uscita	22	26

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

Il periodo analizzato dallo studio è quello corrispondente all'ora di massima punta. Questa coincide con il periodo che registra il massimo volume di traffico determinato come somma tra quello esistente e quello indotto dai nuovi insediamenti. Nel caso in esame, questa corrisponde al venerdì mattina per il plesso scolastico ed al venerdì sera per la media struttura di vendita. L'ora di punta del sabato è da considerarsi critica invece per l'analisi della capacità del parcheggio della media struttura.

A titolo cautelativo, si stima che l'ora di punta della struttura commerciale (venerdì sera) coincida con l'ora di punta del traffico veicolare che transita nell'area di indagine. Nell'ora di

punta del mattino (7.45-8.45) il traffico circolante sulla rete stradale è analogo a quella serale, ma il traffico indotto è molto inferiore.

3.2.2. Stima della capacità di sosta necessaria per la media superficie di vendita

Sulla base dei coefficienti di traffico indotto indicati da Regione Lombardia risulta che il periodo di punta settimanale coincide con il sabato.

Adottando la seguente curva di distribuzione oraria degli arrivi al parcheggio ed attribuendo al valore di picco il volume massimo di traffico indotto, si ottiene il volume complessivo di parcheggio per la giornata di punta.

DALLE	ALLE	QUOTA TRAFFICO GIORNALIERO	INGRESSI
9:00	10:00	8,0%	119
10:00	11:00	9,0%	132
11:00	12:00	13,5%	198
12:00	13:00	9,5%	139
13:00	14:00	5,0%	73
14:00	15:00	8,0%	117
15:00	16:00	9,0%	132
16:00	17:00	12,0%	176
17:00	18:00	11,0%	161
18:00	19:00	10,0%	147
19:00	20:00	5,0%	73
		100,0%	1467

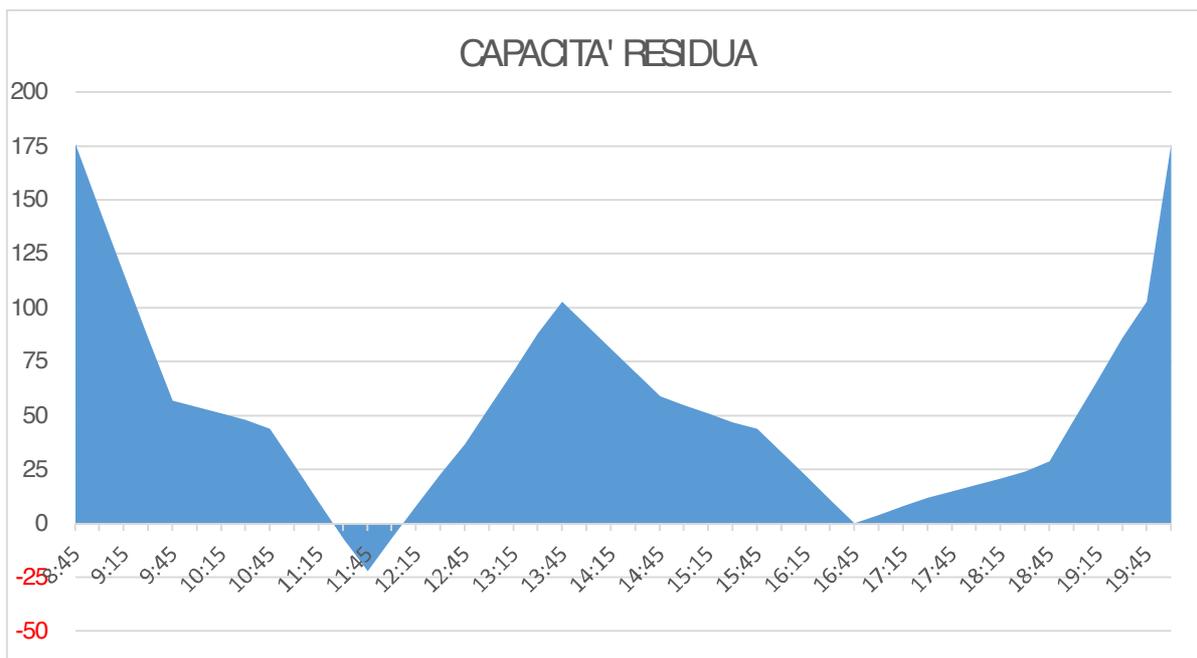
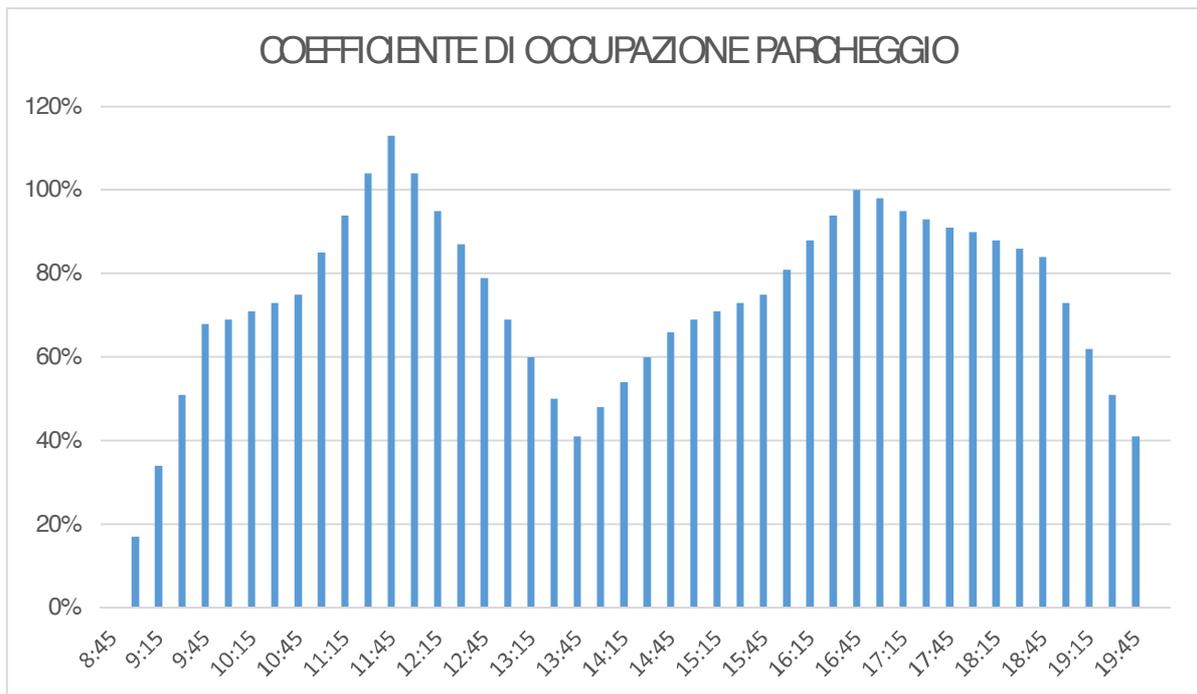
Andamento del traffico giornaliero nella media struttura di vendita il sabato.

Viste le caratteristiche del punto vendita, si stima, cautelativamente, che il tempo di permanenza medio nell'ora di punta sia pari a 60'⁴. Poiché il massimo flusso in ingresso è pari a 198 veicoli/ora, la capacità di sosta da garantire è quindi pari ad almeno $198 * 60' / 60' = 198$ posti auto. Dai dati disponibili risulta che l'offerta di posti auto nella nuova struttura è pari a 176 unità, inferiore al valore di massima domanda, che dovrà essere soddisfatta dall'offerta presente lungo la viabilità del quartiere.

Per maggior comprensione dell'andamento dei flussi nel parcheggio, di seguito si riporta la tabella degli ingressi, delle uscite, e del coefficiente di occupazione del parcheggio nell'intera giornata del sabato, distinta per intervalli di 15 min, oltre al grafico dell'andamento del coefficiente di occupazione e della capacità residua.

⁴ Nello studio di traffico di riferimento si indica un tempo di permanenza di 60', ma i conti sono eseguiti come se il tempo fosse di 45'.

INIZIO	FINE	INGRESSI	USCITE	POSTI OCCUPATI	CAPACITA' RESIDUA	COEFF. OCCUPAZ.
8:45	9:00	0	0	0	176	0%
9:00	9:15	30	0	30	146	17%
9:15	9:30	30	0	60	116	34%
9:30	9:45	30	0	90	86	51%
9:45	10:00	29	0	119	57	68%
10:00	10:15	33	30	122	54	69%
10:15	10:30	33	30	125	51	71%
10:30	10:45	33	30	128	48	73%
10:45	11:00	33	29	132	44	75%
11:00	11:15	50	33	149	27	85%
11:15	11:30	50	33	166	10	94%
11:30	11:45	50	33	183	-7	104%
11:45	12:00	48	33	198	-22	113%
12:00	12:15	35	50	183	-7	104%
12:15	12:30	35	50	168	8	95%
12:30	12:45	35	50	153	23	87%
12:45	13:00	34	48	139	37	79%
13:00	13:15	18	35	122	54	69%
13:15	13:30	18	35	105	71	60%
13:30	13:45	18	35	88	88	50%
13:45	14:00	19	34	73	103	41%
14:00	14:15	29	18	84	92	48%
14:15	14:30	29	18	95	81	54%
14:30	14:45	29	18	106	70	60%
14:45	15:00	30	19	117	59	66%
15:00	15:15	33	29	121	55	69%
15:15	15:30	33	29	125	51	71%
15:30	15:45	33	29	129	47	73%
15:45	16:00	33	30	132	44	75%
16:00	16:15	44	33	143	33	81%
16:15	16:30	44	33	154	22	88%
16:30	16:45	44	33	165	11	94%
16:45	17:00	44	33	176	0	100%
17:00	17:15	40	44	172	4	98%
17:15	17:30	40	44	168	8	95%
17:30	17:45	40	44	164	12	93%
17:45	18:00	41	44	161	15	91%
18:00	18:15	37	40	158	18	90%
18:15	18:30	37	40	155	21	88%
18:30	18:45	37	40	152	24	86%
18:45	19:00	36	41	147	29	84%
19:00	19:15	18	37	128	48	73%
19:15	19:30	18	37	109	67	62%
19:30	19:45	18	37	90	86	51%
19:45	20:00	19	36	73	103	41%
20:00	20:15	0	73	0	176	0%
		1467	1467			



3.2.3. Stima del traffico indotto dall'istituto scolastico

Il nuovo complesso scolastico comprende:

- Scuola primaria per 400 alunni;
- Scuola secondaria inferiore per 300 studenti;

- Scuola secondaria superiore per 375 studenti;
- Personale docente: 92 insegnanti;
- Altro personale: 43 dipendenti.

Il traffico indotto adottato è lo stesso calcolato nello studio di traffico di riferimento⁵:

- Scuola primaria: 200 veicoli monodirezionali;
- Scuola secondaria inferiore: 75 veicoli monodirezionali;
- Scuola secondaria superiore: 76 veicoli monodirezionali;
- Personale docente: 37 veicoli monodirezionali;
- Altro personale: 21 veicoli monodirezionali.

Complessivamente risultano 760 veicoli bidirezionali indotti nell'ora di punta del mattino 7.45-8.45.

3.2.4. *Itinerari del traffico indotto*

La matrice Origine / Destinazione del traffico indotto è stata stimata sulla base del traffico circolante nell'intera area di studio del giorno feriale medio, riferendosi alla matrice dell'ora di punta del mattino per il traffico indotto dalla scuola e a quella della sera per la media struttura di vendita. Come precedentemente evidenziato, nell'ora di punta del sabato mattina il traffico circolante è molto inferiore a quello del venerdì sera, e quindi non viene preso in esame, perché meno significativo.

Analogamente, è stata calcolata la matrice Origine / Destinazione dei flussi "deviati" verso i nuovi insediamenti. Di seguito si riportano le matrici Origine / Destinazione del traffico indotto totale per l'ora di punta mattutina (7.45-8.45) e serale (17.00-18.00) del giorno feriale.

⁵ Si veda: "Innesamento di media superficie commerciale – Ambito ex calzaturificio Borri viale Duca d'Aosta – via Pisacane – Allegato allo studio di impatto viabilistico", novembre 2015.

COMUNE DI BUSTO ARSIZIO
 PIANO URBANO DEL TRAFFICO – AGGIORNAMENTO DEL PIANO GENERALE
 STUDIO DI TRAFFICO VIALE DUCA D'AOSTA

	BIANCARDI	CASTEL- FDARDO	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILEI	GAVINANA	INGRESSO COOP	LIBIA	MAMELI	LISSONI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE													37			37
CASTELFDARDO													17			17
DIAZ													69			69
DUCA CONTROV													3			3
DUCA D'AOSTA													97			97
INGRESSO COOP													0			0
MAMELI													61			61
MARSALA													11			11
S. G. BOSCO													7			7
SCUOLA	16	5	56	0	75	77	27	0	9	10	25	9	0	5	66	380
XX SETTEMBRE OVEST													68			68
CANDIANI													10			10
TOTALE	16	5	56	0	75	77	27	0	9	10	25	9	380	5	66	760

Matrice Origine / Destinazione del TRAFFICO INDOTTO TOTALE (flussi complessivi in ingresso / uscita) – Ora di punta della Mattina 7.45-8.45.

COMUNE DI BUSTO ARSIZIO
PIANO URBANO DEL TRAFFICO – AGGIORNAMENTO DEL PIANO GENERALE
STUDIO DI TRAFFICO VIALE DUCA D'AOSTA

	BIANCARDI	CASTEL- FDARDO	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILE	GAVINANA	INGRESSO COOP	LIBIA	MAMELI	LISSONI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE								16					0			16
CASTELFDARDO								10					0			10
DIAZ								37					0			37
DUCA CONTROV								0					0			0
DUCA D'AOSTA								36					0			36
INGRESSO COOP	4	1	25	0	18	16	8	0	4	5	6	2	0	1	18	108
MAMELI								25					0			25
MARSALA								4					0			4
S. G. BOSCO								4					0			4
SCUOLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XX SETTEMBRE OVEST								27					0			27
CANDIANI								3					0			3
TOTALE	4	1	25	0	18	16	8	162	4	5	6	2	0	1	18	270

Matrice Origine / Destinazione del **TRAFFICO INDOTTO TOTALE** (flussi complessivi in ingresso / uscita) – Ora di punta della Sera 17.00-18.00.

3.3. Matrici Origine / Destinazione degli scenari analizzati

Si riportano le matrici Origine / Destinazione dei diversi scenari analizzati:

- Scenario di riferimento – Stato di fatto – Ora di punta del mattino;
- Scenario di riferimento – Stato di fatto – Ora di punta della sera;
- Scenario di progetto 1 – Ora di punta del mattino;
- Scenario di progetto 1 – Ora di punta della sera;
- Scenario di progetto 2 – Ora di punta del mattino;
- Scenario di progetto 2 – Ora di punta della sera;

Nello Scenario di progetto 2:

- È stato ipotizzato che parte del traffico attualmente proveniente da via Candiani sia deviato in via XX Settembre, in quanto la nuova geometria dell'intersezione a rotatoria penalizza un po' i veicoli provenienti da via Candiani;
- Con la riorganizzazione dei controviali di via Duca d'Aosta è stato inserito del traffico molto scarso che transita dai vari controviali. Tali flussi sono stati deviati dal percorso di attraversamento nord-sud sull'itinerario Duca d'Aosta-Diaz.

SCENARIO DI RIFERIMENTO – STATO DI FATTO – ORA DI PUNTA DEL MATTINO 7.45-8.45

	BIANCARDI	CASTEL- FIDARDO	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALLEI	GAVINANA	INGRESSO COOP	LIBIA	MAMELI	LISSONI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE	13,58	4,52	34,79	0,89	156,51	74,60	9,50	0,00	6,74	18,06	1,08	12,71	0,00	13,68	29,99	377
CASTELFIDARDO	32,84	0,00	0,81	0,00	61,62	5,67	19,35	0,00	16,62	10,74	0,39	7,60	0,00	0,00	16,60	172
DIAZ	106,08	1,59	0,00	0,00	269,15	8,76	84,88	0,00	53,89	50,16	0,33	49,60	0,00	29,39	49,16	703
DUCA CONTROV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	1,45	1,21	0,92	0,00	0,00	149,18	153
DUCA D'AOSTA	0,00	17,22	377,61	0,06	0,00	274,43	61,80	0,00	0,00	3,47	113,93	2,27	0,00	0,00	6,14	857
INGRESSO COOP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
MAMELI	0,37	0,93	10,48	14,81	132,63	357,00	5,80	0,00	0,29	0,00	88,75	3,02	0,00	0,56	6,74	621
MARSALA	5,79	7,72	10,80	0,12	43,37	14,64	14,74	0,00	2,95	2,92	0,87	2,06	0,00	2,83	2,26	111
S. G. BOSCO	5,20	2,13	28,39	0,01	4,33	2,35	15,85	0,00	2,61	1,05	0,19	0,74	0,00	9,48	1,73	74
SCUOLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
XX SETTEMBRE OVEST	0,01	13,06	102,84	0,09	17,98	43,95	61,64	0,00	0,00	5,98	43,73	3,69	0,00	0,00	397,20	690
CANDIANI	0,00	0,00	0,01	0,01	71,34	0,02	0,00	0,00	0,00	6,16	0,00	4,40	0,00	0,00	17,79	100
TOTALE	164	47	566	16	757	782	274	0	83	100	250	87	0	56	677	3.858

SCENARIO DI RIFERIMENTO – STATO DI FATTO – ORA DI PUNTA DELLA SERA 17.00-18.00

	BIANCARDI	CASTEL- FIDARDO	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILEI	GAVINANA	INGRESSO COOP	LIBIA	MAMELI	LISSONI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE	6,63	4,14	125,87	0,59	97,43	63,03	15,25	0,00	7,25	12,46	1,12	4,15	0,00	8,89	40,06	387
CASTELFIDARDO	30,40	0,00	1,55	0,01	72,71	9,07	28,67	0,00	33,89	14,04	0,76	4,70	0,00	0,00	42,02	238
DIAZ	91,18	2,56	0,00	0,00	294,88	13,03	116,80	0,00	102,04	60,89	0,60	28,52	0,00	33,61	115,55	860
DUCA CONTROV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	33,70	0,17	16,37	0,00	0,00	9,03	60
DUCA D'AOSTA	0,00	14,53	499,99	0,04	0,00	107,02	66,19	0,00	0,00	29,90	108,45	16,34	0,00	0,00	7,56	850
INGRESSO COOP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
MAMELI	0,19	0,88	21,32	0,52	102,41	352,88	4,68	0,00	0,32	0,00	94,59	1,02	0,00	0,38	9,29	588
MARSALA	2,33	5,83	17,32	0,07	22,29	10,21	9,52	0,00	2,62	1,66	0,74	0,55	0,00	1,52	2,49	77
S. G. BOSCO	2,31	1,77	53,54	0,01	2,45	1,80	11,27	0,00	2,56	0,66	0,18	0,22	0,00	5,60	2,11	84
SCUOLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
XX SETTEMBRE OVEST	0,00	8,60	160,35	0,04	8,06	26,73	34,70	0,00	0,00	2,97	32,50	0,87	0,00	0,00	381,89	657
CANDIANI	0,00	0,00	0,01	0,01	38,77	0,02	0,00	0,00	0,00	3,71	0,00	1,26	0,00	0,00	20,74	65
TOTALE	133	38	880	1	639	585	287	0	149	160	239	74	0	50	631	3.866

SCENARIO DI PROGETTO 1 – ORA DI PUNTA DEL MATTINO 7.45-8.45

	BIANCARDI	CASTEL- FIDARDO	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILEI	GAVINANA	INGRESSO COOP	LIBIA	LISSONI	MIANI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE	12,58	4,52	33,79	0,89	150,51	71,60	9,50	0,00	6,74	17,06	1,08	11,71	37,00	12,68	28,99	399
CASTELFIDARDO	31,84	0,00	0,81	0,00	59,62	5,67	18,35	0,00	15,62	10,74	0,39	7,60	17,00	0,00	15,60	183
DIAZ	102,08	1,59	0,00	0,00	258,15	8,76	81,88	0,00	51,89	48,16	0,33	47,60	69,00	28,39	47,16	745
DUCA CONTROV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	1,45	1,21	0,92	3,00	0,00	143,18	150
DUCA D'AOSTA	0,00	16,22	362,61	0,06	0,00	263,43	59,80	0,00	0,00	3,47	109,93	2,27	97,00	0,00	6,14	921
INGRESSO COOP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
MAMELI	0,37	0,93	10,48	13,81	127,63	339,00	5,80	0,00	0,29	0,00	85,75	3,02	61,00	0,56	6,74	655
MARSALA	5,79	7,72	10,80	0,12	41,37	13,64	13,74	0,00	2,95	2,92	0,87	2,06	11,00	2,83	2,26	118
S. G. BOSCO	5,20	2,13	27,39	0,01	4,33	2,35	14,85	0,00	2,61	1,05	0,19	0,74	7,00	9,48	1,73	79
SCUOLA	16,00	5,00	56,00	0,00	75,00	77,00	27,00	0,00	9,00	10,00	25,00	9,00	0,00	5,00	66,00	380
XX SETTEMBRE OVEST	0,01	12,06	98,84	0,09	16,98	41,95	59,64	0,00	0,00	5,98	41,73	3,69	68,00	0,00	381,20	730
CANDIANI	0,00	0,00	0,01	0,01	68,34	0,02	0,00	0,00	0,00	6,16	0,00	4,40	10,00	0,00	16,79	106
TOTALE	174	50	601	15	802	824	291	0	89	107	266	93	380	59	716	4.466

SCENARIO DI PROGETTO 1 – ORA DI PUNTA DELLA SERA 17.00-18.00

	BIANCARDI	CASTEL- RIDARDO	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILEI	GAVINANA	INGRESSO COOP	LIEIA	MAMELI	LISSONI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE	6,63	4,14	123,87	0,59	96,43	62,03	15,25	16,00	7,25	12,46	1,12	4,15	0,00	8,89	39,06	398
CASTELRIDARDO	30,40	0,00	1,55	0,01	71,71	9,07	28,67	10,00	33,89	14,04	0,76	4,70	0,00	0,00	41,02	246
DIAZ	90,18	2,56	0,00	0,00	290,88	13,03	114,80	37,00	101,04	59,89	0,60	28,52	0,00	33,61	113,55	886
DUCA CONTROV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	33,70	0,17	16,37	0,00	0,00	9,03	60
DUCA D'AOSTA	0,00	14,53	492,99	0,04	0,00	106,02	65,19	36,00	0,00	29,90	106,45	16,34	0,00	0,00	7,56	875
INGRESSO COOP	4,00	1,00	25,00	0,00	18,00	16,00	8,00	0,00	4,00	5,00	6,00	2,00	0,00	1,00	18,00	108
MAMELI	0,19	0,88	21,32	0,52	101,41	338,88	4,68	25,00	0,32	0,00	93,59	1,02	0,00	0,38	9,29	597
MARSALA	2,33	5,83	17,32	0,07	22,29	10,21	9,52	4,00	2,62	1,66	0,74	0,55	0,00	1,52	2,49	81
S. G. BOSCO	2,31	1,77	52,54	0,01	2,45	1,80	11,27	4,00	2,56	0,66	0,18	0,22	0,00	5,60	2,11	87
SCUOLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
XX SETTEMBRE OVEST	0,00	8,60	158,35	0,04	8,06	26,73	34,70	27,00	0,00	2,97	32,50	0,87	0,00	0,00	376,89	677
CANDIANI	0,00	0,00	0,01	0,01	37,77	0,02	0,00	3,00	0,00	3,71	0,00	1,26	0,00	0,00	20,74	67
TOTALE	136	39	893	1	649	585	292	162	152	164	242	76	0	51	640	4.082

SCENARIO DI PROGETTO 2 – ORA DI PUNTA DEL MATTINO 7.45-8.45

	BIANCARDI	CASTEL- FDARDO	CONTR. EST 1	CONTR. EST 2	CONTR. EST 3	CONTR. EST 4	CONTR. OV 1	CONTR. OV 2	CONTR. OV 3	CONTR. OV 4	CONTR. OV 5	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILEI	GAVI- NANA	INGRESSO COOP	LIBIA	MAMELI	LISSONI	PISA- CANE	SCUOLA	VOL- TURNO	XX SETTEM- BRE EST	TOTALE
CANTORE	12,58	4,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,79	0,89	150,51	71,60	9,50	0,00	6,74	17,06	1,08	12,71	36,00	12,68	28,99	399
CASTELFDARDO	31,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	59,62	5,67	18,35	0,00	15,62	10,74	0,39	7,60	16,00	0,00	15,60	182
CONTR. EST 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. EST 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. EST 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. EST 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
DIAZ	102,08	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	211,15	8,76	81,88	0,00	51,89	48,16	0,33	47,60	68,00	28,39	47,16	747
DUCA CONTROV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,00	0,00	1,45	1,21	0,92	3,00	0,00	143,18	150	
DUCA D'AOSTA	0,00	16,22	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	324,61	0,06	0,00	263,43	59,80	0,00	0,00	3,47	109,93	2,27	118,00	0,00	6,14	944
INGRESSO COOP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
MAMELI	0,37	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,48	13,81	127,63	328,00	5,80	0,00	0,29	0,00	85,75	3,02	60,00	0,56	6,74	643
MARSALA	5,79	7,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,80	0,12	41,37	13,64	13,74	0,00	2,95	2,92	0,87	2,06	11,00	2,83	2,26	118
S. G. BOSCO	5,20	2,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,39	0,01	4,33	2,35	14,85	0,00	2,61	1,05	0,19	0,74	7,00	9,48	1,73	79
SCUOLA	16,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,00	0,00	73,00	84,00	26,00	0,00	8,00	10,00	24,00	9,00	0,00	5,00	65,00	380
XX SETTEMBRE OVEST	0,01	12,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,84	0,09	52,65	41,96	59,64	0,00	0,00	9,06	41,73	5,89	53,00	0,00	391,10	766
CANDIANI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	35,67	0,01	0,00	0,00	3,08	0,00	2,20	8,00	0,00	8,89	58	
TOTALE	174	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	602	15	806	820	290	0	88	107	265	94	380	59	717	4.556

SCENARIO DI PROGETTO 2 – ORA DI PUNTA DELLA SERA 17.00-18.00

	BIANCARDI	CASTEL- RIDARDO	CONTR. EST 1	CONTR. EST 2	CONTR. EST 3	CONTR. EST 4	CONTR. OV 1	CONTR. OV 2	CONTR. OV 3	CONTR. OV 4	CONTR. OV 5	DIAZ	DUCA CONTROV	DUCA D'AOSTA	GALILE	GAVI- NANA	INGRESSO COOP	LIBIA	MAMELI	LISSONI	PISACANE	SCUOLA	VOLTURNO	XX SETTEMBRE EST	TOTALE
CANTORE	6,63	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	123,87	0,59	96,43	62,03	15,25	16,00	7,25	12,46	1,12	4,15	0,00	8,89	39,06	398
CASTELRIDARDO	30,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,55	0,01	71,71	9,07	28,67	10,00	33,89	14,04	0,76	4,70	0,00	0,00	41,02	246
CONTR. EST 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. EST 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. EST 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. EST 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
CONTR. OV 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10
DIAZ	90,18	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	241,88	13,03	114,80	45,00	101,04	59,89	0,60	28,52	0,00	33,61	113,55	895
DUCA CONTROV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	33,70	0,17	16,37	0,00	0,00	9,03	60
DUCA D'AOSTA	0,00	14,53	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	453,99	0,04	0,00	106,02	65,19	35,00	0,00	29,90	107,45	16,34	0,00	0,00	7,56	876
INGRESSO COOP	4,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,00	0,00	18,00	16,00	8,00	0,00	4,00	4,00	6,00	2,00	0,00	1,00	18,00	108
MAMELI	0,19	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,32	0,52	101,41	334,88	4,68	24,00	0,32	0,00	93,59	1,02	0,00	0,38	9,29	592
MARSALA	2,33	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,32	0,07	22,29	10,21	9,52	4,00	2,62	1,66	0,74	0,55	0,00	1,52	2,49	81
S. G. BOSCO	2,31	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,54	0,01	2,45	1,80	11,27	4,00	2,56	0,66	0,18	0,22	0,00	5,60	2,11	87
SCUOLA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
XX SETTEMBRE OVEST	0,00	8,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	158,35	0,04	27,44	26,74	34,70	22,00	0,00	4,83	32,50	1,50	0,00	0,00	387,26	704
CANDIANI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,38	0,01	0,00	2,00	0,00	1,85	0,00	0,63	0,00	0,00	10,37	34
TOTALE	136	39	10	10	10	10	10	10	10	10	10	895	1	651	581	292	162	152	163	243	76	0	51	640	4172

4. IL MODELLO DI CALCOLO

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

Fin dalle prime fasi progettuali, 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 la 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.

L'accoppiamento tra una offerta di traffico e una particolare domanda di traffico determina un cosiddetto "scenario" in cui definire i parametri da immagazzinare nei database creati come output. Per ogni scenario è possibile definire un numero qualsiasi di "esperimenti", cioè varianti della stesso scenario.

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. SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Il modello di simulazione adottato è stato sviluppato per la porzione di via Duca D'Aosta nel tratto tra via XX Settembre e Largo Giardino, incluse le strade traverse e i controviali.

Tutte le simulazioni si riferiscono all'ora di punta del mattino (7.45-8.45) e della sera (17.00-18.00) del venerdì.

Gli scenari analizzati sono tre:

- Scenario stato di fatto - Corrisponde alla situazione attuale e viene determinato dalla assegnazione del traffico attuale alla rete stradale nella conformazione attuale;
- Scenario 1 - Corrisponde alla situazione futura e viene determinato dalla assegnazione della domanda di traffico di lungo periodo alla rete stradale nella conformazione attuale;
- Scenario 2 - Corrisponde alla situazione futura e viene determinato dalla assegnazione della domanda di traffico di lungo periodo alla rete stradale modificata.

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 determina il costo (in questo caso il tempo) per l'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 presenza di intersezioni abbassa la 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, è necessario valutare di volta in volta il coefficiente di riduzione di capacità più opportuno.

Lungo l'asse di via Duca d'Aosta e lungo le strade direttamente afferenti, la capacità di deflusso è determinata dalla capacità delle intersezioni. Attualmente il sistema è in

equilibrio, e la capacità massima del sistema è data dalla capacità delle intersezioni, semaforizzate o non, esterne all'area di studio.

Le immagini delle simulazioni sono riportate nell'Elaborato 1.3.2 allegato alla seguente relazione.

5.1. Parametri trasportistici analizzati

Sono stati analizzati diversi parametri trasportistici significativi. Al fine di meglio valutare gli scenari presi in esame, sono state analizzate diverse tipologie di parametri/tematismi:

1. Parametri legati alla macro simulazione;
2. Parametri legati alla micro simulazione;
3. Parametri globali di funzionamento della rete.

5.1.1. Parametri di Macro simulazione

Sono stati analizzati due parametri:

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

Il flusso veicolare 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 simulazione permette di calcolare il rapporto Flusso/Capacità in quanto ad ogni arco stradale viene associata una capacità massima teorica. Nelle figure a fondo testo il parametro è rappresentato tramite una scala cromatica che varia tra il colore verde e il marrone, rispettivamente per un basso rapporto Flusso/Capacità (corrispondente ad un buon livello di servizio) e per un alto rapporto Flusso/Capacità (corrispondente ad un basso livello di servizio, cioè la congestione).

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

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

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.

5.1.2. Parametri di Microsimulazione

È stato analizzato un solo parametro, il perditempo nel superamento del nodo. Il livello di servizio dell'intersezione è un parametro correlato ai perditempo nel superamento del nodo. 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.

Tavola di corrispondenza tra il ritardo medio del veicolo e il livello di servizio per i diversi tipi di intersezioni.

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

5.1.3. Parametri globali della rete

Sono stati analizzati dieci parametri:

- Distanze totali percorse;
- Tempi totali di percorrenza;
- Velocità media dei veicoli sulla rete;
- Ritardo medio;
- Tempo medio di stop;
- Consumo di carburante;
- Emissioni gassose da traffico veicolare: CO₂;
- Emissioni gassose da traffico veicolare: NO_x;
- Emissioni gassose da traffico veicolare: PM (polveri);
- Emissioni gassose da traffico veicolare: VOC (composti organici volatili).

Questi indici non si presentano sotto forma di rappresentazione grafica, ma sono dei valori numerici. Le distanze percorse dai veicoli rappresentano la somma di tutti i percorsi effettuati dai veicoli presenti sulla rete stradale nell'intervallo di tempo analizzato. Analogamente, i tempi di percorrenza rappresentano la somma dei tempi di percorrenza dei singoli veicoli all'interno della rete analizzata nell'intervallo di tempo considerato. Dal rapporto tra distanze percorse e tempi di percorrenza si ricava la velocità media di percorrenza. Infine, si analizzano due indicatori della congestione, il ritardo medio e il tempo

medio di stop, espresso come perditempo accumulato mediamente da ciascun veicolo nel percorrere la distanza di 1 km di rete stradale.

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).

5.2. Scenario di riferimento – Stato di Fatto

5.2.1. Flussi veicolari

Sono i flussi rilevati dai vari conteggi di traffico disponibili.

Si può osservare che il traffico si concentra essenzialmente lungo l'asse nord-sud di viale Duca d'Aosta, con flussi monodirezionali variabili tra 500 e 1.000 veicoli/ora. Sulle vie laterali il traffico è sostanzialmente inferiore, anche se non trascurabile. Le intersezioni più trafficate sono quella con le vie Mameli-Galilei e quella con via XX Settembre. Sui controviali il traffico orario mediamente è di circa 200 veicoli/ora.

5.2.2. Rapporto Flusso/Capacità e fenomeni congestivi

Le fasi semaforiche sono tarate in modo tale garantire un rapporto Flusso / Capacità il più possibile uniforme su tutti i rami. La capacità dei rami è funzionale al tempo di verde e della durata del ciclo del singolo impianto. Data la vicinanza tra impianti adiacenti, è evidente che lungo l'itinerario nord-sud di viale Duca d'Aosta la capacità massima di deflusso si mantiene sostanzialmente uguale lungo tutto il tracciato analizzato. Attualmente il rapporto Flusso / Capacità è nell'intorno del 70-90% sia al mattino che alla sera, con valori maggiori al mattino che alla sera.

5.2.3. Perditempo

Nelle intersezioni regolate da impianti semaforici il perditempo è sostanzialmente attribuibile al tempo di attesa durante il tempo di rosso. Di conseguenza maggiore è il tempo di rosso, maggiori saranno i perditempo. Si può notare, ad esempio, che l'intersezione di Largo Giardino presenta elevati perditempo su tutti i rami, ma specialmente su via Castelfidardo e via Volturno, che essendo strade secondarie, hanno un tempo di verde abbastanza ridotto.

5.2.4. *Distanze percorse, tempi di percorrenza e velocità media dei veicoli*

I parametri generali della rete (valori riferiti all'ora di punta simulata del mattino 7.45-8.45) sono riportati nella tabella seguente:

PARAMETRO	
DISTANZE PERCORSE [km]	2.382
TEMPO DI PERCORRENZA [ore]	141,7
VELOCITA' MEDIA [km/h]	20,3
RITARDI [sec/ km]	185,0
TEMPO STOP [sec/ km]	167,5
CONSUMO CARBURANTE [l]	374,4
EMISSIONI CO2 [kg]	838,1
EMISSIONI NOx [g]	1.257
EMISSIONI PM [g]	201,24
EMISSIONI VOC [kg]	1.663,43

I parametri generali della rete (valori riferiti all'ora di punta simulata della sera 17.00-18.00) sono riportati nella tabella seguente:

PARAMETRO	
DISTANZE PERCORSE [km]	2.565
TEMPO DI PERCORRENZA [ore]	141,3
VELOCITA' MEDIA [km/h]	21,3
RITARDI [sec/ km]	132,7
TEMPO STOP [sec/ km]	116,5
CONSUMO CARBURANTE [l]	403,4
EMISSIONI CO2 [kg]	924,3
EMISSIONI NOx [g]	1.360
EMISSIONI PM [g]	234,59
EMISSIONI VOC [kg]	1.643,77

Dalle precedenti tabelle si evince che al mattino c'è maggior congestione rispetto alla sera (e quindi maggiori perditempo e tempo di stop), mentre alla sera ci sono maggiori percorrenze (spostamenti mediamente un po' più lunghi), che comportano maggiori emissioni gassose rispetto al mattino.

5.3. Scenario di progetto 1

5.3.1. *Flussi veicolari*

I flussi aumentano per la presenza del traffico indotto dal nuovo istituto scolastico. I maggiori aggravii si registrano lungo la viabilità immediatamente circostante il plesso: in via Biancardi si passa da 164 a 925 veicoli/ora bidirezionali, mentre in via Pisacane da 87 a 251 veicoli/ora bidirezionali. La trasformazione delle vie Pisacane e Biancardi a doppio senso di marcia è indispensabile per smistare al meglio gli elevati flussi veicolari in ingresso / uscita dal nuovo istituto.

La sera, invece, il solo traffico indotto è quello della media struttura di vendita. Nonostante il traffico indotto dalla struttura non sia particolarmente rilevante (270 veicoli) sulle vie Biancardi e Pisacane rese a doppio senso di marcia il traffico aumenta molto rispetto ad oggi: in via Biancardi si passa da 133 a 461 veicoli/ora bidirezionali, mentre in via Pisacane da 74 a circa 300 veicoli/ora bidirezionali. Il nuovo schema di circolazione, quindi permette di reindirizzare parte del traffico di quartiere, ottimizzandone i percorsi e limitando la congestione su viale Duca d'Aosta.

5.3.2. *Rapporto Flusso/Capacità e fenomeni congestivi*

In considerazione del maggior traffico indotto aumenta la congestione su tutta la rete stradale, ovviamente con un maggior impatto sulle vie immediatamente circostanti l'area in oggetto. Al mattino la tratta di via Duca d'Aosta a sud di via Mameli-Galilei presenta un coefficiente di occupazione molto prossimo al 100%, e quindi altamente instabile. Via Biancardi, resa a doppio senso di marcia, ha un rapporto Flusso capacità del 70-80% al mattino e del 30-50% la sera; via Pisacane del 30% circa al mattino e alla sera e via Mameli del 70-75% mattina e sera (contro l'80-90% attuale). La congestione al ramo di via Mameli migliora nello scenario di progetto 1 perché parte dei flussi si redistribuiscono nel quartiere e vengono deviati lungo l'itinerario Pisacane-Biancardi.

5.3.3. *Perditempo*

Le maggiori criticità si riscontrano all'intersezione semaforizzata di viale Duca d'Aosta – via Mameli – via Galilei, dove il traffico è molto intenso e prossimo alla saturazione. I perditempo aumentano anche in via Biancardi, in seguito alla istituzione del doppio senso di marcia, e che attrae parte dei flussi che attualmente transitano dal semaforo di via Galilei.

5.3.4. Distanze percorse, tempi di percorrenza e velocità media dei veicoli

I parametri generali della rete (valori riferiti all'ora di punta simulata del mattino 7.45-8.45) sono riportati nella tabella seguente:

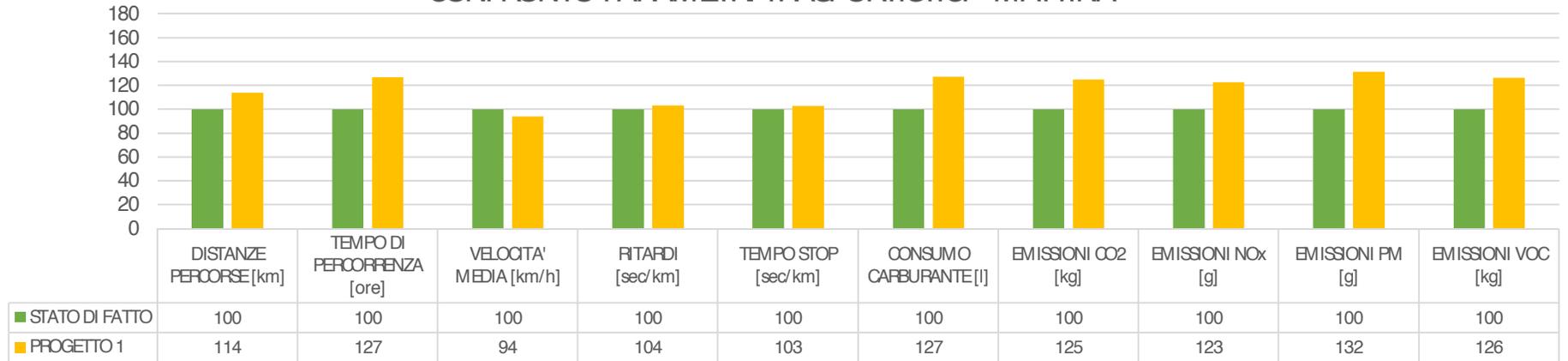
PARAMETRO	STATO DI FATTO	PROGETTO 1
DISTANZE PERCORSE [km]	2.382	2.721
TEMPO DI PERCORRENZA [ore]	141,7	180,1
VELOCITA' MEDIA [km/h]	20,3	19,0
RITARDI [sec/ km]	185,0	191,5
TEMPO STOP [sec/ km]	167,5	172,5
CONSUMO CARBURANTE [l]	374,4	476,5
EMISSIONI CO2 [kg]	838,1	1.049,2
EMISSIONI NOx [g]	1257	1545
EMISSIONI PM [g]	201,24	265,3
EMISSIONI VOC [kg]	1.663,4	2.103,5

I parametri generali della rete (valori riferiti all'ora di punta simulata della sera 17.00-18.00) sono riportati nella tabella seguente:

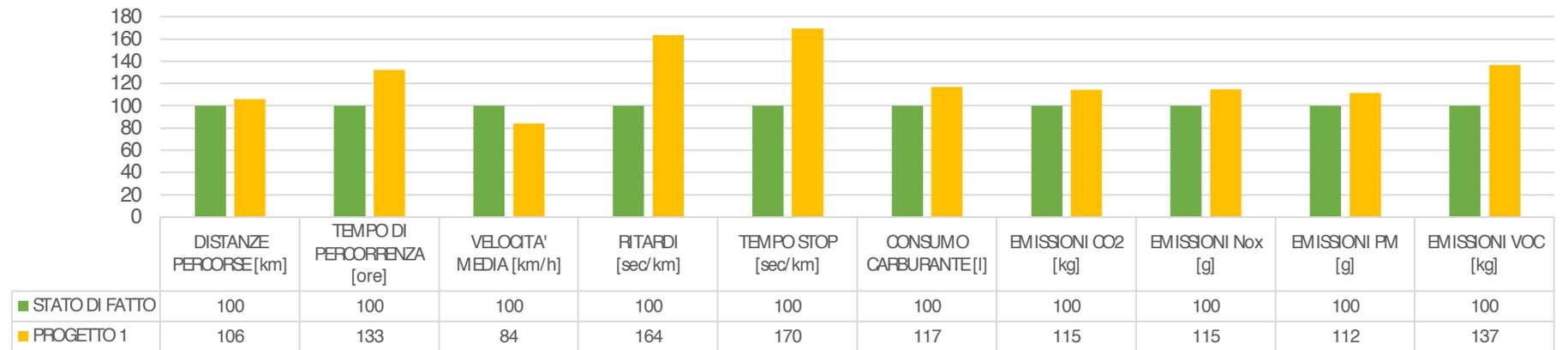
PARAMETRO	STATO DI FATTO	PROGETTO 1
DISTANZE PERCORSE [km]	2.565	2.719
TEMPO DI PERCORRENZA [ore]	141,3	187,5
VELOCITA' MEDIA [km/h]	21,3	17,9
RITARDI [sec/ km]	132,7	217,3
TEMPO STOP [sec/ km]	116,5	197,8
CONSUMO CARBURANTE [l]	403,4	471,8
EMISSIONI CO2 [kg]	924,3	1059,1
EMISSIONI NOx [g]	1360	1562
EMISSIONI PM [g]	234,59	262,2
EMISSIONI VOC [kg]	1.643,8	2.252,5

Fatto 100 il valore dello scenario di riferimento, l'evoluzione dei parametri è riassunta nei seguenti grafici.

CONFRONTO PARAMETRI TRASPORTISTICI - MATTINA



CONFRONTO PARAMETRI TRASPORTISTICI - SERA



Dai precedenti grafici si evince che in conseguenza del traffico aggiuntivo indotto dai nuovi insediamenti, sia al mattino che alla sera il sistema complessivamente risulta più trafficato e congestionato, come risulta dall'aumento dei tempi di percorrenza in modo molto più che proporzionale rispetto alle distanze percorse, all'aumento dei tempi di stop e ai ritardi in genere. Le emissioni gassose inquinanti rendono ad aumentare in modo più che proporzionale rispetto alle percorrenze, soprattutto al mattino, in conseguenza della maggior congestione stradale, che aumenta il tempo di "stop & go" dei veicoli.

5.4. Scenario di progetto 2

5.4.1. *Flussi veicolari*

Nello scenario di progetto 2 i flussi veicolari circolanti sono leggermente diversi da quelli dello scenario di progetto 1, in considerazione della nuova conformazione del viale Duca d'Aosta: i controviali, infatti hanno in questo scenario un ruolo di sola strada-parcheggio e quindi tutti i flussi che attualmente circolano sui controviali sono fatti confluire sul viale principale. La nuova rotatoria facilita le svolte in sinistra e permette di eseguire in sicurezza la manovra di inversione del senso di marcia. La maggior capacità di deflusso della rotatoria altera leggermente gli itinerari rispetto allo scenario di progetto 1, aumentando la capacità, e quindi l'attrattività, di via Mameli.

Al mattino in via Biancardi si passa dai 925 veicoli/ora dello scenario di progetto 1 a 840 dello Scenario di progetto 2, in via Pisacane da 251 a 257 veicoli/ora e in via Mameli da 665 a 742 veicoli/ora.

Alla sera in via Biancardi si passa dai 461 veicoli/ora dello Scenario di progetto 1 a 364 dello Scenario di progetto 2, in via Pisacane da circa 300 a circa 250 veicoli/ora e in via Mameli da 628 a 709 veicoli/ora.

5.4.2. *Rapporto Flusso/Capacità e fenomeni congestivi*

La trasformazione dell'intersezione semaforizzata di via Mameli in rotatoria comporta un aumento della capacità dei rami afferenti. Tuttavia lo spostamento dei flussi dei controviali sul viale principale tende ad annullare la nuova riserva di capacità. La realizzazione della rotatoria, comunque, tende a ridurre molto i perditempo e la congestione perché ci sono tempi di attesa ridotti per il superamento del nodo.

Per la parte di rete a nord di via Biancardi, la situazione di congestione si presenta sostanzialmente analoga a quella dello scenario di progetto 1.

5.4.3. *Perditempo*

La realizzazione della rotatoria Mameli – Galilei comporta una significativa riduzione dei perditempo per il superamento del nodo, e quindi del livello di servizio, sia al mattino che alla sera. Dal momento che in questo Scenario i flussi su via Biancardi e Pisacane sono inferiori rispetto allo Scenario di progetto 1, su queste due vie i perditempo attesi sono inferiori.

5.4.4. *Distanze percorse, tempi di percorrenza e velocità media dei veicoli*

I parametri generali della rete (valori riferiti all'ora di punta simulata del mattino 7.45-8.45) sono riportati nella tabella seguente:

PARAMETRO	STATO DI FATTO	PROGETTO 1	PROGETTO 2
DISTANZE PERCORSE [km]	2.382	2.721	2.738
TEMPO DI PERCORRENZA [ore]	141,7	180,1	154,0
VELOCITA' MEDIA [km/h]	20,3	19,0	21,6
RITARDI [sec/ km]	185,0	191,5	156,9
TEMPO STOP [sec/ km]	167,5	172,5	140,9
CONSUMO CARBURANTE [l]	374,4	476,5	448,2
EMISSIONI CO2 [kg]	838,1	1.049,2	1.039,1
EMISSIONI NOx [g]	1257	1545	1481
EMISSIONI PM [g]	201,24	265,3	275,7
EMISSIONI VOC [kg]	1.663,4	2.103,5	1.893,7

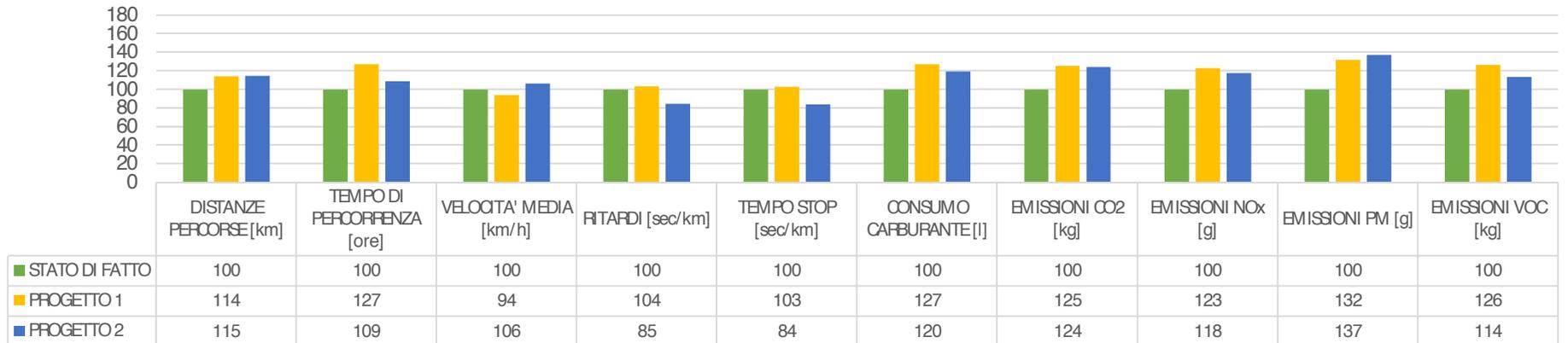
I parametri generali della rete (valori riferiti all'ora di punta simulata della sera 17.00-18.00) sono riportati nella tabella seguente:

PARAMETRO	STATO DI FATTO	PROGETTO 1	PROGETTO 2
DISTANZE PERCORSE [km]	2.565	2.719	2.740
TEMPO DI PERCORRENZA [ore]	141,3	187,5	132,8
VELOCITA' MEDIA [km/h]	21,3	17,9	22,9
RITARDI [sec/ km]	132,7	217,3	109,8
TEMPO STOP [sec/ km]	116,5	197,8	95,2
CONSUMO CARBURANTE [l]	403,4	471,8	422,5
EMISSIONI CO2 [kg]	924,3	1.059,1	981,8
EMISSIONI Nox [g]	1.360	1.562	1.385

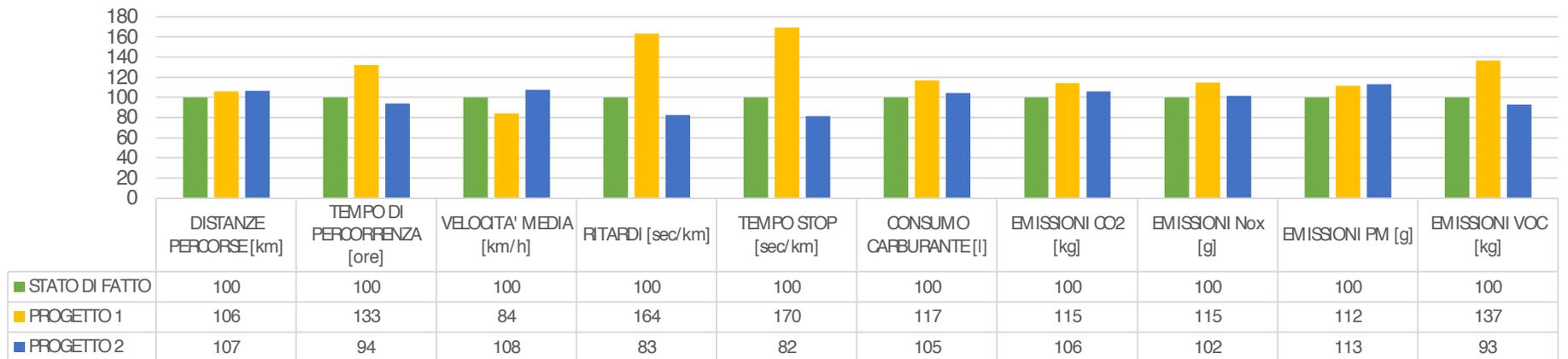
EMISSIONI PM [g]	234,59	262,2	266,0
EMISSIONI VOC [kg]	1.643,8	2.252,5	1.527,9

Fatto 100 il valore dello scenario di riferimento, l'evoluzione dei parametri è riassunta nei seguenti grafici.

CONFRONTO PARAMETRI TRASPORTISTICI - MATTINA



CONFRONTO PARAMETRI TRASPORTISTICI - SERA



Dai precedenti grafici si evince come la realizzazione della rotatoria comporta una significativa mitigazione degli effetti del traffico indotto dalle nuove attività, sia al mattino che alla sera, con particolare riferimento ai perditempo e ai tempi di percorrenza.

6. CONCLUSIONI

In considerazione dei risultati conseguiti dalle macro e microsimmulazioni, è pertanto possibile affermare, in base alle ipotesi adottate per la stima del traffico circolante, del traffico indotto e per la ripartizione spaziale dello stesso, che la nuova media struttura di vendita e il nuovo istituto scolastico risultano compatibili sotto l'aspetto viabilistico, a condizione di migliorare la capacità di deflusso della rete mediante i seguenti interventi:

- Realizzazione di una rotatoria all'intersezione di via Duca d'Aosta con le vie Mameli e Galilei, in sostituzione dell'attuale impianto semaforico. L'intervento comporta la modifica dell'andamento dei controviali che, non potendo confluire direttamente nella futura rotatoria, devono essere convogliati lungo l'asse centrale di via Duca d'Aosta prima dell'intersezione. Inoltre, via Mameli deve confluire nella futura rotatoria mediante ramo organizzato a due corsie, al fine di garantire una adeguata capacità.
- Adozione lungo le vie Pisacane e Biancardi dello schema di circolazione a doppio senso, al fine di garantire una maggiore capacità della rete viaria e al tempo stesso assicurare più ampia flessibilità nella scelta degli itinerari da parte degli utenti. L'adozione del doppio senso di circolazione può essere ottenuta aumentando il calibro stradale a scapito delle aree dell'Ex Calzaturificio Borri o eliminando la sosta in carreggiata, da recuperare anche queste all'interno dell'Ex Calzaturificio. La nuova organizzazione della viabilità deve mirare alla formazione di un anello circolatorio formato dalle vie Mameli, Pisacane e Biancardi, che si innesta lungo viale Duca d'Aosta mediante la futura rotatoria verso sud e mediante l'esistente impianto semaforico verso nord.
- Organizzazione dell'accesso alle nuove funzioni come segue: ingresso alla media struttura di vendita sia lungo il controviale che lungo via Pisacane; uscita dalla media struttura di vendita solo lungo via Pisacane; ingresso e uscita dal plesso scolastico lungo via Biancardi.

ALLEGATO A – INDAGINI DI TRAFFICO (CONTEGGI MANUALI)