

COMUNE DI CASTELLANZA

Provincia di Varese
V.le Lombardia ang. Via XI Settembre

Committente

Colombo Bolla Antonella
Colombo Bolla Carla
Colombo Bolla Mariella
Colombo Bolla Roberta

c/o TBG Studio, Via XX Settembre 34, Legnano, MI, Tel. 0331 595613

Oggetto Pratica

Piano Attuativo in Variante al PGT Vigente
area sita in V.le Lombardia ang. Via XI Settembre
insediamento di Media Struttura di Vendita

Oggetto Tavola

Verifica VAS: Studio del traffico



Progetto e DL
Arch. LUCA DE RISI
Via Cantoni 1, 21013 Gallarate VA - tel. 0331 784069

Tavola numero

A.13

Scala

-

REV.	OGGETTO	DATA	REDAZIONE	CONTROLLO
03	INTEGRAZIONE GENERALE	04.12.2024		
02	INSERITO STOP DA VIA PER MARNATE	19.04.2024		
01	PRIMA EMISSIONE	13.02.2024		

VALUTAZIONE TRASPORTISTICHE RELATIVE AL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UNA MEDIA STRUTTURA DI VENDITA NEL COMUNE DI CASTELLANZA (VA)



Redatto da



Piazza IV novembre, 4
20124 Milano (MI)
Tel. 02 00 62 09 18

MARZO 2024

Redatto per



Gruppo di lavoro:	
Ing. Carlo CARUSO	
Ing. Stefano SAVARESI	
Dott. Davide SUMA	

Sommario

1	INTRODUZIONE	3
2	OBIETTIVI E ATTIVITÀ DELLO STUDIO	4
3	IL RILIEVO DI TRAFFICO	5
3.1	Rilievi automatici del traffico veicolare.....	5
3.2	Composizione veicolare	10
4	IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE E LA MOBILITA' DOLCE	11
5	LA RICOSTRUZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ ATTUALE.....	13
5.1	Flussogrammi SDF.....	15
5.2	Grafi flusso/capacità SDF.....	16
6	LO SCENARIO DI PROGETTO.....	18
6.1	L'intervento in progetto	18
6.2	La stima dei flussi indotti	18
6.3	I bacini di provenienza dei flussi indotti	19
6.4	Traffico deviato.....	20
6.5	Flussogrammi SDP.....	21
6.6	Grafi flusso/capacità SDP.....	23
7	VERIFICHE MICROMODELLISTICHE.....	25
7.1	Le performances di sintesi.....	26
7.2	Analisi delle code	26
7.3	Immagini delle microsimulazioni	28
8	VERIFICA FUNZIONALE DELLE ROTATORIE	30
8.1	Le intersezioni analizzate	30
8.2	Metodologia di analisi	30
8.3	I risultati delle verifiche funzionali.....	33
8.3.1	ROTATORIA 1: INT 01	35
8.3.2	ROTATORIA 2: INT 02.....	37
8.3.3	SINTESI VERIFICA ROTATORIE	39
9	CONCLUSIONI	40

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione è riportata l'analisi trasportistica effettuata nel Comune di Castellanza (VA) a supporto del progetto di realizzazione di una media struttura di vendita lungo il viale Lombardia all'incrocio con via Undici Settembre.

L'obiettivo di questo studio è quello di verificare la funzionalità della rete viaria esistente e di progetto nell'ipotesi di incremento di traffico previsto a seguito della realizzazione della nuova struttura in progetto. Lo studio consente pertanto di valutarne l'impatto e la relativa coerenza con le infrastrutture esistenti e di progetto.

Lo studio trasportistico si è articolato a partire dal rilievo dei flussi di traffico transitanti nella rete prossima all'area d'intervento, per poi verificare, con diversi strumenti di modellizzazione del traffico, l'incidenza sul traffico per le principali intersezioni impattate dall'intervento proposto.

Nella seguente figura è indicata in rosso l'area di studio mentre in giallo la superficie occupata dalla nuova struttura di vendita.



Figura 1 - Inquadramento territoriale

L'area interessata dalla previsione si colloca lungo la via Undici Settembre tra l'intersezione con il viale Lombardia e l'intersezione con viale Italia.

Il nuovo lotto sarà caratterizzato da una Superficie Lorda di Pavimentazione (SLP) pari a circa 1.700 mq e da Superficie di Vendita di tipo Food (SDV) pari a circa 1.150 mq.

2 OBIETTIVI E ATTIVITÀ DELLO STUDIO

I principali obiettivi del presente studio di traffico possono essere così sintetizzati:

- Determinare i volumi di traffico, in funzione della realizzazione dell'intervento progettuale, al fine di poter valutare lo stato del traffico attuale e futuro nell'area di studio;
- Verificare che la rete infrastrutturale esistente e di progetto sia in grado di smaltire la domanda di traffico complessiva.

Per raggiungere tali obiettivi è stato rilevato il traffico attuale nelle intersezioni prossime all'intervento e sono stati considerati i seguenti scenari, elaborati modellisticamente nelle ore di punta serali del venerdì e del sabato, fasce orarie più impattate dal carico veicolare circolante e indotto dallo sviluppo progettuale:

- Lo **scenario attuale** (*Stato di Fatto o SDF*): è determinato dalla domanda di traffico ad oggi presente sulla rete infrastrutturale esistente, così come rilevata dalle indagini;
- Lo **scenario progettuale** (*Stato di Progetto o SDP*): è determinato dalla domanda attuale a cui viene aggiunta quella attesa dal nuovo lotto.

Le attività previste dallo studio di traffico sono state articolate nelle seguenti fasi, relative agli scenari descritti:

- **Fase 1** → Effettuazione dei rilievi di traffico delle intersezioni limitrofe all'intervento in progetto e ricostruzione delle matrici O/D di domanda per i diversi scenari di riferimento;
- **Fase 2** → Analisi dell'offerta del trasporto pubblico locale (TPL) presente sulla rete di studio;
- **Fase 3** → Analisi della domanda indotta dal comparto commerciale di progetto per lo scenario progettuale;
- **Fase 4** → Costruzione del modello di traffico in scala macroscopica ed esecuzione delle macrosimulazioni degli scenari;
- **Fase 5** → Costruzione del modello di traffico in scala microscopica ed esecuzione delle microsimulazioni degli scenari;
- **Fase 6** → Verifica funzionale dell'intersezione semaforizzata presente nell'area di studio, con gli opportuni strumenti di analisi.

In particolare, le macrosimulazioni eseguite sono state condotte impiegando il software VISUM, per avere un quadro generale dell'andamento della circolazione tramite la visualizzazione dei flussi di traffico su ogni arco, mentre le microsimulazioni sono state effettuate impiegando il software VISSIM, al fine di verificare in modo puntuale il funzionamento della rete, consentendo una descrizione estremamente dettagliata della geometria delle strade, delle regole di precedenza, nonché dei comportamenti medi di guida dei conducenti.

Queste simulazioni sono quindi in grado di fornire diversi indicatori sulle performance della rete in generale e delle intersezioni in particolare. Principalmente per ogni scenario è possibile verificare la capacità della rete di smaltire la domanda di traffico, calcolandone la velocità media, il tempo perso e gli accodamenti agli attestamenti delle intersezioni.

Per le intersezioni a rotatoria è stata svolta una valutazione della capacità residua di ogni singolo ramo in ingresso, utilizzando il software GIRABASE, riconosciuto in Regione Lombardia come strumento di riferimento per la verifica di tale tipo di intersezione.

Le analisi sono state condotte sugli scenari SDF e SDP per le ore di punta serali del venerdì e del sabato.

3 IL RILIEVO DI TRAFFICO

Nella presente sezione è riportata la fase di indagine svolta nel Comune di Castellanza (VA), utile ad individuare i flussi e la tipologia di veicoli transitanti nell'area di studio.

L'indagine è stata eseguita da telecamere che hanno effettuato dei conteggi automatici rilevando le manovre di svolta nelle due intersezioni presenti nell'area di studio, nelle fasce orarie serali del venerdì e del sabato che rappresentano i momenti di massimo picco della rete viaria e, secondo normativa Regionale, anche degli accessi degli indotti delle strutture di vendita.

3.1 Rilievi automatici del traffico veicolare

Tali rilievi sono stati eseguiti dalla strumentazione automatica di tipologia telecamere che hanno rilevato le manovre di svolta in 2 intersezioni lungo la via Undici Novembre nella giornata di **venerdì 1° marzo 2023 dalle 17:00 alle ore 19:00 e sabato 2 marzo 2023 dalle 16:00 alle ore 18:00** individuate come le fasce di massimo carico per le funzioni che si andranno ad insediare nell'area di studio.

Le intersezioni di rilievo, indicate nelle figure seguenti, sono:

- **Intersezione 01:** via Undici Settembre / Viale Italia;
- **Intersezione 02:** via Undici Settembre / viale Lombardia / via Piave / via Marnate;

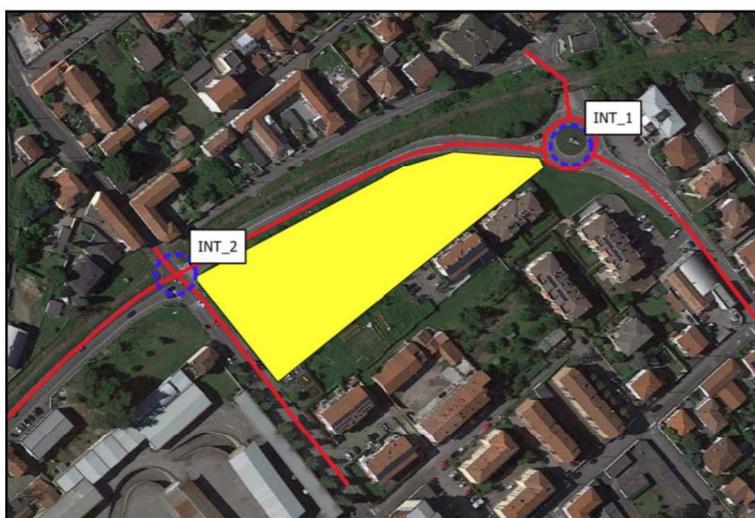


Figura 2 – Localizzazione punti di rilievo automatico

Di seguito si riportano gli andamenti complessivi delle manovre rilevate, da cui si desume l'ora di punta della sera del venerdì dalle 17:00 alle 18:00 e l'ora di punta della sera del sabato dalle 16:45 alle 17:45 evidenziate in rosso nei grafici seguenti.

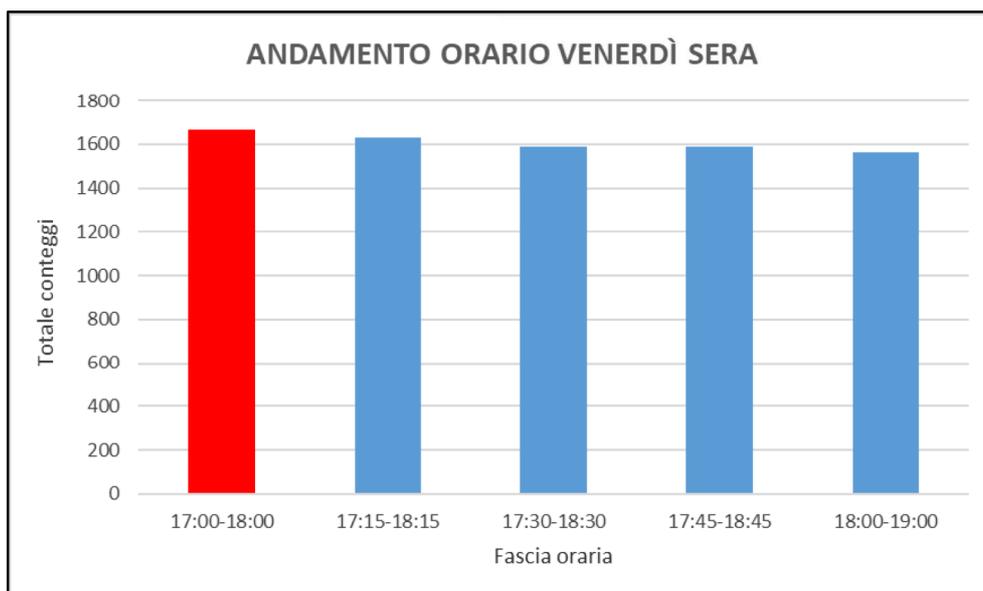


Figura 3 - Andamento orario flussi rilevati la sera del venerdì

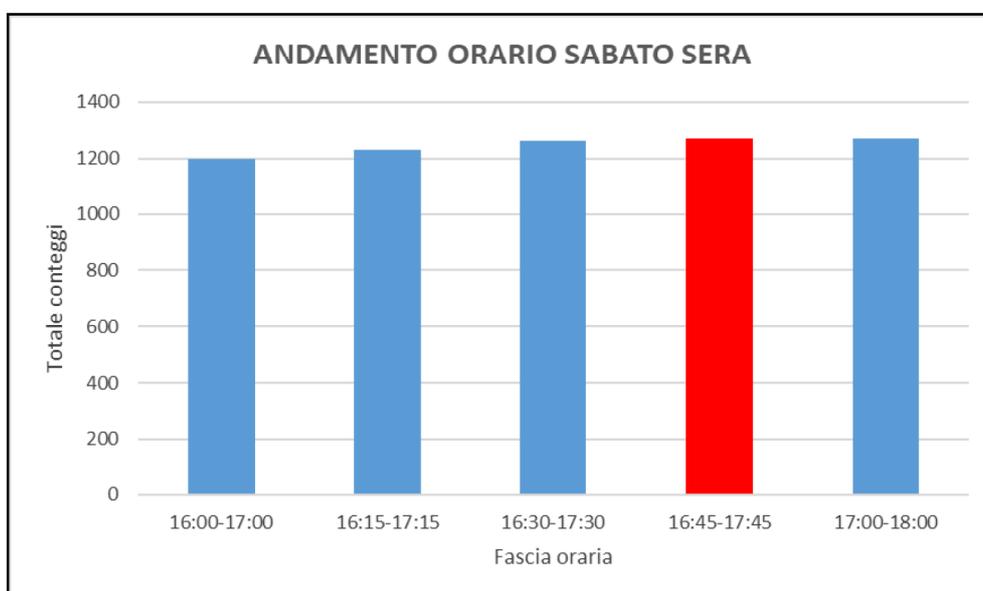


Figura 4 - Andamento orario flussi rilevati la sera del sabato

Nel dettaglio, si riportano in forma tabellare, per ciascuna intersezione, i veicoli totali rilevati, che compiono determinate manovre, nelle ore di punta già indicate.

INTERSEZIONE Int 01
via Undici Settembre / Viale Italia

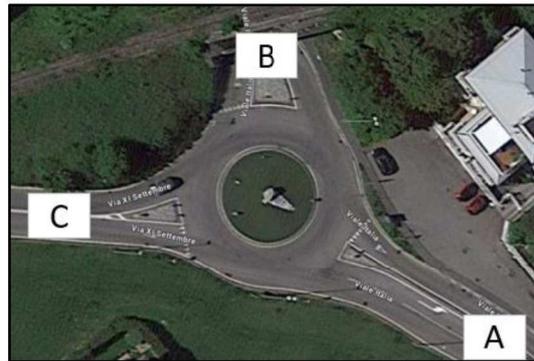


Figura 5 - Intersezione INT 01: sezioni di rilievo

MANOVRA	VENERDÌ SERA
AA	0
AB	71
AC	61
BA	35
BB	0
BC	14
CA	8
CB	41
CC	1

Tabella 1 – INT 01: flussi rilevati nell'ora di punta serale del venerdì

MANOVRA	SABATO SERA
AA	2
AB	44
AC	64
BA	16
BB	0
BC	17
CA	11
CB	18
CC	1

Tabella 2 – INT 01: flussi rilevati nell'ora di punta serale del sabato

INTERSEZIONE Int 02

via Undici Settembre / viale Lombardia / via Piave / via Marnate

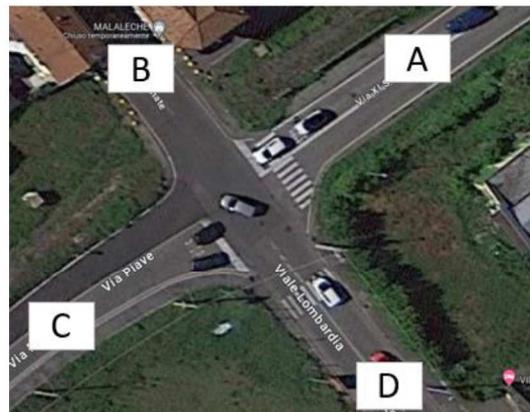


Figura 6 - Intersezione INT 02: sezioni di rilievo

MANOVRA	VENERDÌ SERA
AA	0
AB	4
AC	69
AD	2
BA	1
BB	0
BC	371
BD	126
CA	26
CB	161
CC	0
CD	154
DA	22
DB	188
DC	314
DD	0

Tabella 3 – INT 02: flussi rilevati nell'ora di punta serale del venerdì

MANOVRA	SABATO SERA
AA	0
AB	3
AC	76
AD	2
BA	2
BB	0
BC	208
BD	122
CA	22
CB	159
CC	0
CD	168
DA	5
DB	113
DC	217
DD	0

Tabella 4 – INT 02: flussi rilevati nell'ora di punta serale del sabato

3.2 Composizione veicolare

Le composizioni veicolare, del venerdì serale e del sabato, desumibile dalla campagna dei rilievi manuali è rappresentata nella seguente figura. Le categorie veicolari considerate sono:

- Leggeri (autovetture, motocicli e veicoli commerciali leggeri);
- Pesanti (veicoli commerciali pesanti e autobus).

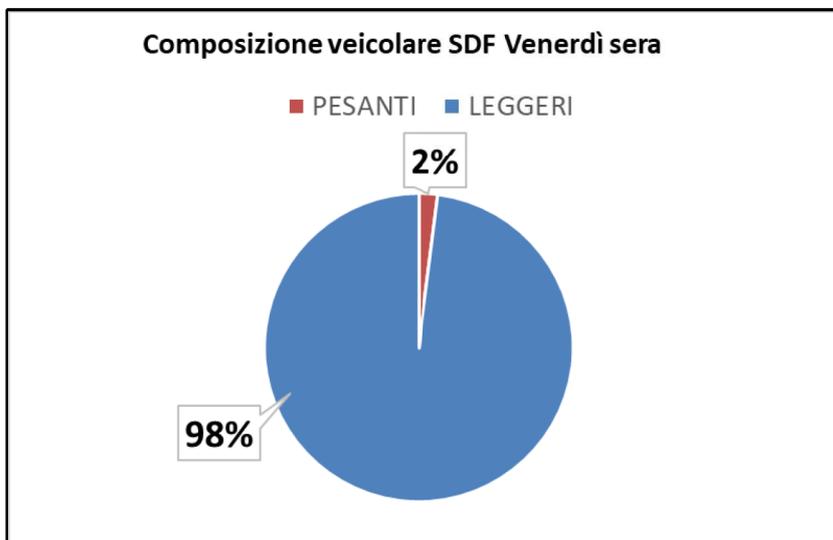


Figura 7 – Composizioni veicolari rilevate nelle Odp serali del venerdì

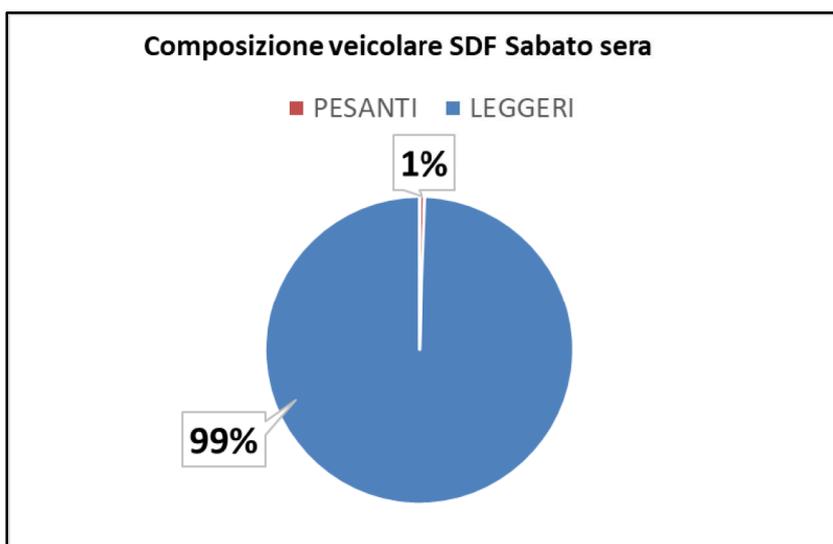


Figura 8 – Composizioni veicolari rilevate nelle Odp serali del sabato

4 IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE E LA MOBILITA' DOLCE

Nel presente capitolo verrà descritta l'offerta di trasporto pubblico locale (TPL) presente nell'area di studio e l'offerta dedicata alla mobilità dolce (ciclabile e pedonale) che interessa l'intervento in progetto.

Nel raggio di 300m dalla nuova struttura di progetto sono presenti 3 fermate di autobus: due per il servizio extraurbano e una inerente al trasporto urbano locale.

In dettaglio la mappa seguente esplicita la localizzazione di tali punti.

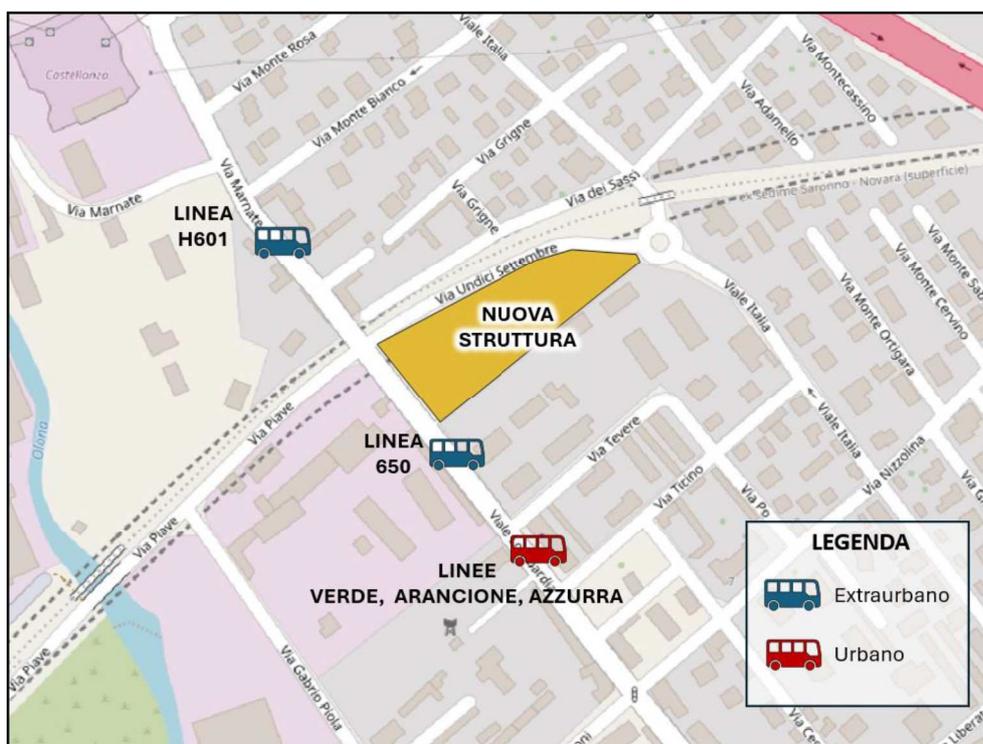


Figura 9 – Localizzazione fermate TPL

In particolare, a 150m dalla struttura (a nord dell'area di studio) c'è la fermata "Castegnate, v. Marnate 11" dell'autolinea H601 con collegamento verso Legnano, Busto Arsizio e Tradate.

A sud della struttura invece, lungo viale Lombardia, c'è la fermata "V.le Lombardia ang. Piave" della linea STIE 650 che collega il comune di Castellanza con Busto Arsizio e che opera nelle fasce orarie scolastiche. Parlando invece di servizio di trasporto urbano, a circa 300m dalla nuova struttura è presente la fermata "V.le Lombardia ang. Tevere". Tale fermata rientra nel circuito di TPL di Castellanza composto da 3 linee (verde, arancione e azzurra), che collega la stazione Trenord con i principali luoghi di interesse del comune. Tale servizio urbano è attivo dal lunedì al sabato nella fascia oraria dalle 06:30 alle 21:15.

L'intervento in progetto, poiché si inserisce in un'area fortemente residenziale, prevede una riqualifica della viabilità ciclo-pedonale dell'area di studio attraverso la creazione di nuovi tratti di marciapiede e attraversamenti ciclo-pedonali rialzati in corrispondenza della nuova rotonda.

Inoltre, a completamento della progettazione in esame, si prevedono due nuovi tracciati ciclabili: il completamento della pista ciclabile con sbocco su viale Italia e il tratto facente parte della superstrada ciclabile che collegherà Milano Cadorna con l'aeroporto di Milano Malpensa.

Si illustrano di seguito tali nuovi interventi infrastrutturali.

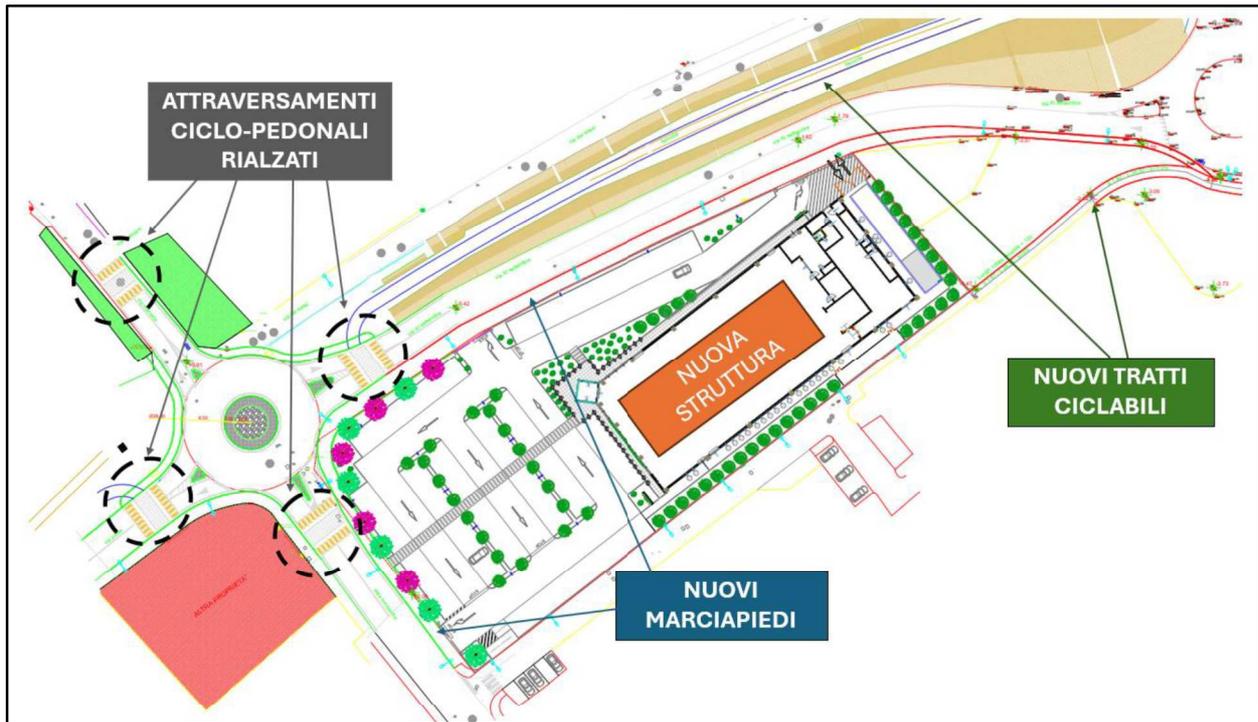


Figura 10 – Interventi di riqualifica ciclo-pedonale

5 LA RICOSTRUZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ ATTUALE

Al fine di ricostruire le matrici O/D dell'intera area di studio per le ore di punta serali del venerdì e del sabato è stato eseguito un processo di calibrazione basato sui dati di traffico forniti dalla campagna di rilievo applicando un'opportuna metodologia di sintesi delle matrici O/D.

Tali matrici O/D sono state ricostruite attraverso uno dei principali modelli per la determinazione dei flussi di traffico su una rete di trasporto, proposto da Willumsen e rivisitato da Van Zuylen e Yang: nel seguito verrà denominato modello di Willumsen, dal nome del primo autore che lo ha proposto.

Il modello di Willumsen è un metodo per la stima delle matrici O/D a partire dai flussi di traffico in una rete. È basato sul principio dell'entropia, postulando che, tra tutte le matrici O/D che soddisfano i conteggi di flussi di traffico (o che minimizzano l'errore su tali sezioni di censimento, qualora non esista nessuna soluzione che soddisfi tali limiti), quella ottimale massimizza anche l'entropia dei movimenti. La misura dell'entropia dei movimenti è ottenuta come produttrice di tutti gli elementi della matrice O/D, ovvero i movimenti tra ogni coppia di zone.

La formulazione matematica di questo problema è la seguente:

$$\min_t \gamma \sum_{w \in W} t_w \left\{ \log\left(\frac{t_w}{t_w^*}\right) - 1 \right\} + (1 - \gamma) \sum_{a \in A^*} v_a \left\{ \log\left(\frac{v_a}{v_a^*}\right) - 1 \right\} \quad (1)$$

con le variabili: t_w, v_a

con i vincoli:

$$v_a = \sum_{w \in W} t_w p_{aw}$$

$$t_w \geq 0$$

ove γ è il coefficiente del livello di affidabilità dei dati della matrice O/D iniziale in relazione ai dati di misura dei flussi di traffico.

Tale problema di ottimizzazione vincolata ha una soluzione che può essere espressa in forma esplicita, attraverso le seguenti equazioni:

$$t_w = t_w^* \exp\left(-\sum_{a \in A^*} \lambda_a p_{aw}\right) \quad (2)$$

$$v_a = v_a^* \exp(\gamma \lambda_a / (1 - \gamma))$$

ove λ_a , con $a \in A^*$, a , è univocamente determinato dal sistema di equazioni:

$$\sum_{w \in W} p_{aw} t_w - v_a = 0, a \in A^* \quad (3)$$

Tale sistema di equazioni risulta essere non lineare nelle incognite λ_a , e viene risolto con un procedimento iterativo.

A valle di tale procedimento si sono ottenute le seguenti matrici di area distinte per classi veicolari:

SCENARIO	MATRICI		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALE
VENERDI' SERA	1512	31	1543
SABATO SERA	1152	7	1159

Figura 11 - Matrici dell'area di studio nello SDF

L'assegnazione delle matrici ottenute dal procedimento di stima ha restituito la distribuzione attuale del traffico veicolare sulla rete stradale dell'area di studio, nelle ore di punta individuate.

L'attendibilità dei risultati conseguiti in termini di verosimiglianza tra distribuzione simulata e distribuzione reale dei flussi sulla rete di trasporto è stata verificata mediante la validazione dello scenario attuale.

Il metodo di verifica applicato è quello denominato dell'R2. Questa funzione statistica misura la correlazione esistente tra variabile indipendente (i flussi osservati) e variabile dipendente (i flussi stimati), attraverso la

costruzione di un modello di regressione lineare: ha un valore compreso nell'intervallo 0-1, ove 1 indica perfetta correlazione e 0 indica totale indipendenza tra le due variabili.

Nell'utilizzare tale parametro statistico, occorre fare attenzione anche al valore di pendenza della retta di regressione, dove 1 indica l'assenza di distorsioni del bias (ovvero del valor medio delle due serie di dati: flussi osservati e flussi stimati). L'effettiva coincidenza dei dati osservati e misurati si ottiene soltanto laddove R2 e la pendenza assumano valore uguale a 1.

Convenzionalmente si tende a considerare come attendibili le risultanze dell'assegnazione di un modello di simulazione di traffico in grado di restituire una correlazione non inferiore a 0,80, mentre i valori di pendenza della retta di regressione dovrebbero essere compresi tra 0,9 e 1,1 (consentendo quindi oscillazioni in media di più o meno il 10% rispetto al valore misurato).

Tale soglia nominale viene, inoltre, valutata anche in ragione della numerosità dei punti di confronto, dal momento che più è esteso l'insieme dei punti di monitoraggio dei flussi, maggiore è la possibilità che possano rilevarsi distorsioni, magari di natura locale, rispetto alla tendenza generale del campione di analisi. Per quanto concerne il modello di traffico messo a punto, il confronto tra volumi di traffico simulati e volumi rilevati in campo è stato effettuato con riferimento alle sezioni di confronto disponibili nell'intera banca dati.

Sotto il profilo delle risultanze, il test dell'R2 evidenzia l'elevata attendibilità dei risultati derivanti dalle assegnazioni del modello implementato; nel grafico seguente è riportato il valore del test dell'R2 e della pendenza per la simulazione condotta rispetto allo scenario attuale per le ore di punta serali del venerdì e del sabato con riferimento all'area di studio. Si osservi come nell'area di studio si ottiene un valore di R2 superiore a 0.99 sia per il venerdì che per il sabato.

A titolo illustrativo si veda la successiva immagine relativa al risultato dell'analisi di assegnazione dello scenario SDF della sera del venerdì e del sabato.

I flussi sugli archi sono stati espressi in veicoli equivalenti: i veicoli leggeri vengono contati con un coefficiente pari ad 1 e i veicoli pesanti con un coefficiente pari a 2.5.

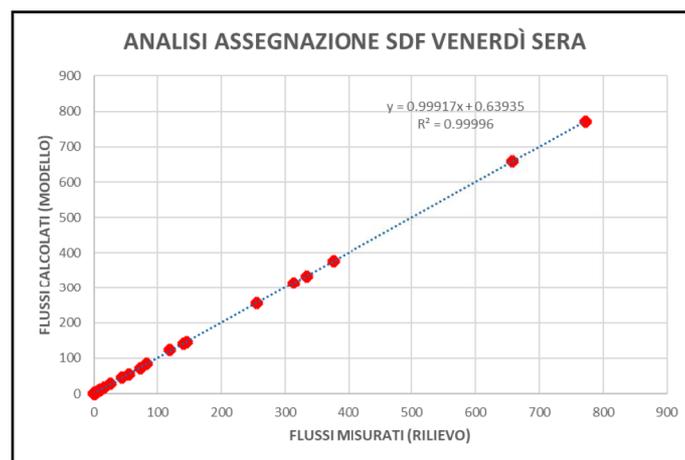


Figura 12 - Analisi assegnazione della sera del venerdì per l'area di studio

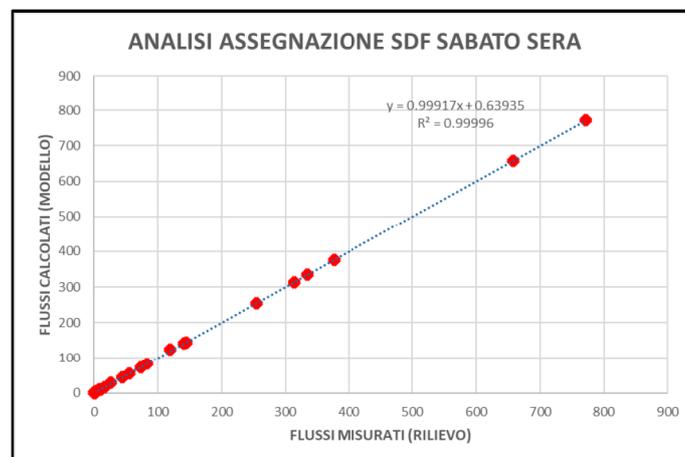


Figura 13 - Analisi assegnazione della sera del sabato per l'area di studio

Le matrici O/D ottenute dal processo di correzione e calibrazione dello scenario dello stato di fatto sono state quindi assegnate alla rete prevista, per stimare i relativi carichi attesi sugli archi della rete di studio.

5.1 Flussogrammi SDF

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sulle etichette e sullo spessore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore delle barre è proporzionale al traffico sull'arco corrispondente.

Qui di seguito si riportano i diagrammi di carico degli scenari SDF in termini di veicoli equivalenti (i veicoli leggeri vengono contati con un coefficiente pari ad 1 e i veicoli pesanti con un coefficiente pari a 2.5), relativi all'ora di punta serale del venerdì e del sabato.

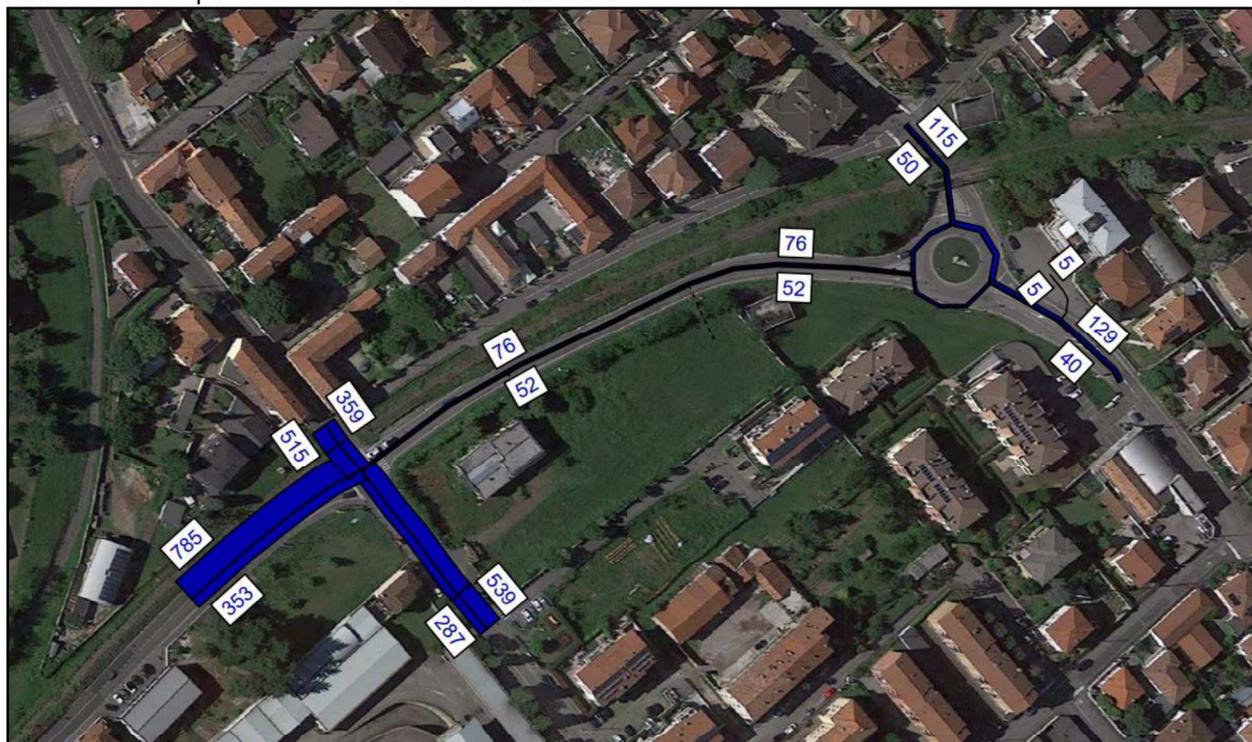


Figura 14 – SDF: flussogramma Odp serale del venerdì [veicoli equivalenti]

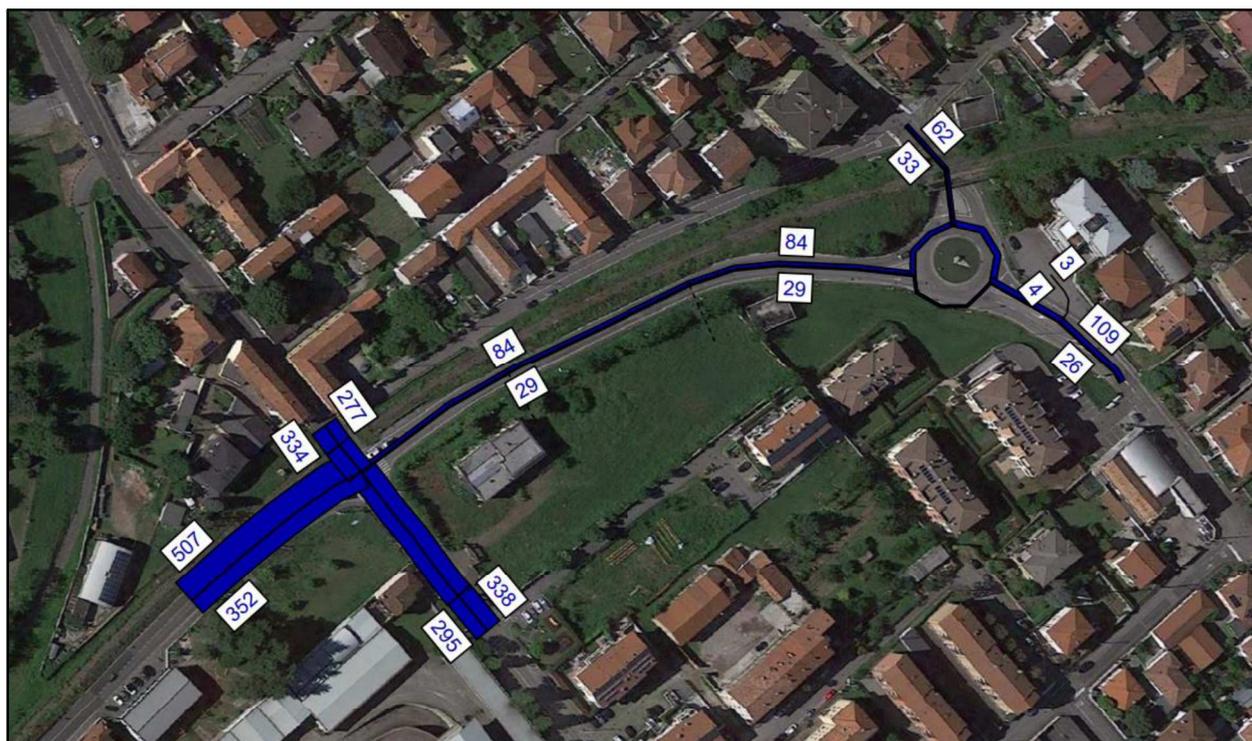


Figura 15 – SDF: flussogramma Odp serale del sabato [veicoli equivalenti]

Dai flussogrammi sopra riportati si può vedere come la rete oggetto di studio presenta come assi principali via Piave, viale Lombardia e via Marnate, dove sono stati rilevati i volumi di traffico maggiori; mentre via Undici Settembre e viale Italia risultano essere delle viabilità secondarie.

5.2 Grafi flusso/capacità SDF

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità della rete dello SDF, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS) per lo scenario del venerdì serale e del sabato serale, secondo quanto indicato dalla normativa della Regione Lombardia DGR n. 8/3219 del 27/09/2006. In particolare, vengono considerati per ciascun arco i flussi bidirezionali per poi calcolare il rapporto flusso/capacità.

Gli archi appartenenti all'anello rotatorio (non visibili in figura) non presentano tale valutazione poiché non è ritenuta significativa in quegli archi che costituiscono l'intersezione a rotatoria. Le valutazioni su tali "nodi" sono rimandate al capitolo specifico (capitolo 8).



Figura 16 - Scenario SDF del venerdì sera. Flussogramma flusso/capacità della rete dell'area di studio



Figura 17 - Scenario SDF del sabato sera. Flussogramma flusso/capacità della rete dell'area di studio

Dai grafici riportanti i livelli di servizio si può verificare che il Livello di Servizio minimo è pari a C, riscontrato nello scenario del venerdì sera (giorno più carico).

6 LO SCENARIO DI PROGETTO

In questo capitolo viene presentata la trasformazione insediativa per la realizzazione del progetto e le variazioni sulla rete stradale volte al miglioramento dell'accessibilità non solo della zona ma anche delle strutture insediative.

Al fine di poter calcolare l'impatto di tali verifiche si è proceduto al calcolo degli indotti e la relativa stima delle provenienze per la struttura in esame.

6.1 L'intervento in progetto

L'intervento in esame consiste nella realizzazione di una struttura commerciale di tipo FOOD su via Undici Novembre angolo viale Lombardia.

L'intervento prevede la costruzione di una superficie di vendita di tipo alimentare con SLP pari a 1.700 mq e una SDV pari a 1.150 mq.

Gli accessi sono disposti in numero pari a due lungo via Undici Novembre e uno ulteriore lungo viale Lombardia. Al fine di migliorare la sicurezza della circolazione gli accessi sono previsti solo in mano destra: la rotonda esistente e quella progettuale serviranno per invertire la marcia e recarsi in tutte le direzioni. Si riportano di seguito gli accessi/uscite concessi.



Figura 18 – Accessibilità strutture di progetto

Come anticipato, a corredo dell'insediamento urbanistico, è stata prevista la realizzazione di una rotonda tra via Piave, via Undici Novembre e viale Lombardia, in sostituzione dell'attuale intersezione a STOP. Le dimensioni di tale rotonda sono tali da garantire l'agevole manovra dei veicoli, il raggio esterno è pari a 14m, la corona rotonda è larga 8.5m ed è inoltre prevista una fascia sormontabile di 2m.

6.2 La stima dei flussi indotti

Di seguito si riporta l'analisi dei flussi di traffico indotti nelle ore di punta serali del venerdì e del sabato per l'intervento previsto.

Trattandosi di una media struttura di vendita per la stima dei relativi flussi indotti relativa alla clientela, in Lombardia si fa riferimento alla Normativa Regionale (D.G.R. 4 luglio 2007 inerente il "Programma di sviluppo del settore commerciale" e D.G.R. 20 dicembre 2013 n. X/1193 inerente le "Nuove linee per lo sviluppo delle imprese del settore commerciale"). Tale stima si basa sulle superfici di vendita Food e no Food, cui si applica un coefficiente moltiplicativo distinto per il venerdì e per il sabato (vedi Tabella 5).

SUPERFICIE DI VENDITA ALIMENTARE (MQ)	Veicoli ogni mq di vendita alimentare	
	Venerdi	Sabato
0- 3.000	0.25	0.30
3.000-6.000	0.12	0.17
> 6.000	0.04	0.05
SUPERFICIE DI VENDITA NON ALIMENTARE (MQ)	Veicoli ogni mq di vendita NON alimentare	
	Venerdi	Sabato
0 - 5.000	0.10	0.18
5.000-12.000	0.08	0.14
> 12.000	0.05	0.06

Tabella 5 – Coefficienti utilizzati per il calcolo dei flussi indotti nell'ora di punta in ingresso e uscita

Trattandosi di una struttura di tipo FOOD con una superficie di vendita (SdV) pari a 1.150 mq, si stimano 288 veicoli indotti il venerdì, di cui 173 in ingresso e 115 in uscita, e 345 veicoli il sabato, di cui 207 entranti e 138 uscenti.

			Venerdi	Sabato
Flussi INDOTTI			288	345
TOTALE	ingresso	60%	173	207
	uscita	40%	115	138

Tabella 6 – Funzione commerciale: flussi indotti

Per il calcolo degli **addetti** sono stati utilizzati i coefficienti regionali per le medie strutture di vendita riportati in tabella.

TIPOLOGIA	FOOD	NO FOOD
	addetti/mq SdV	addetti/mq SdV
Vicinato	0.026929283	0.015834191
Medie strutture	0.019947255	0.007204484
Grandi strutture	0.037840818	0.008793095

Tabella 7 – Parametri regionali per il calcolo degli addetti (Osservatorio Regionale del commercio)

Secondo detti parametri si determina un numero di addetti pari a circa 23 che però non effettua spostamenti ma rimane all'interno della struttura commerciale durante le ore di punta in esame.

Il traffico dovuto al rifornimento **merci** ai punti vendita di progetto nell'area è stato stimato a partire da dati a disposizione dell'estensore dello studio e relativi a un grossista che opera nel nord Italia dai quali emerge un rapporto medio tra SdV e consegne pari a circa 112 mq/consegna per esercizi di 1.200/1.400mq di SdV. Pertanto, il numero di mezzi di approvvigionamento per la struttura in progetto sono quantificabile in circa 11 mezzi giornalieri.

Si ipotizza che la maggioranza delle uscite dei mezzi pesanti dai magazzini sia concentrata tra le 4 e le 5 di mattina, con un orario di transito in ingresso presso il punto di vendita tra le 5 e le 6 di mattina e un'uscita dal punto di vendita (PdV) nell'ora successiva, con un picco secondario tra le ore 10 e 13 (quindi tra le 11 e le 14 in ingresso e tra le 12 e le 15 in uscita dal PdV).

Pertanto, nelle fasce orarie di punta serali considerate non sono stati considerati mezzi né in arrivo né in uscita dalla MSV.

6.3 I bacini di provenienza dei flussi indotti

Una volta definito il numero di veicoli indotti si è provveduto a definire il bacino di utenza della nuova struttura.

Per definire le provenienze di tale quota si è adottato un approccio che distribuisce i veicoli indotti sulla base dello stato di fatto, ovvero i flussi aggiuntivi di veicoli generati/attratti dal nuovo insediamento, nelle simulazioni descritte in seguito, vengono caricati sulla rete viaria dell'area in esame e ridistribuiti secondo le percentuali di provenienza ed allontanamento dei veicoli già transitanti sulla rete esistente.

Per conseguire tale scopo si sono stimati i veicoli provenienti e diretti dalle sezioni di ingresso e di uscita dalla rete di accesso alla MSV a partire dalle matrici O/D ricostruite relative al traffico circolante, ipotizzando

di escludere le provenienze dei veicoli diretti al parcheggio a lato della rotonda di viale Italia.

In questo modo sono state stimate le percentuali di provenienza dei flussi indotti per l'ora di punta serale del venerdì e del sabato, i cui valori sono riportati nelle seguenti figure (in blu le quote di provenienza degli indotti e in rosso le quote di destinazione dei medesimi).



Figura 19 – Provenienze e destinazioni dei flussi il venerdì sera



Figura 20 – Provenienze e destinazioni dei flussi il sabato sera

6.4 Traffico deviato

Si vuole precisare che la scelta, per la simulazione dello scenario di progetto, di aggiungere tutti i veicoli indotti al traffico circolante, è estremamente cautelativa poiché non tiene conto del tessuto urbano in cui si insedia la nuova struttura di vendita.

Nel raggio di 2.5km sono presenti numerosi altri insediamenti sia con funzionalità simili, come ad esempio un “Carrefour Market”, un “Aldi”, un “In’S”, un “Gigante” e un “Esselunga”, sia con funzionalità differenti è, quindi, probabile ipotizzare che alcuni attuali clienti di tali strutture, che già circolano con i loro veicoli sulla rete di studio, possano sia cambiare la loro meta di destinazione che aggiungere una tappa al loro spostamento soprattutto nel caso delle strutture alimentari.

Inoltre, si può tenere in considerazione, anche il fatto che i veicoli attualmente circolanti nella rete per altri motivi (come gli spostamenti sistematici casa-lavoro-scuola) possano essere attratti dalle nuove strutture in progetto, quindi “deviati” dal loro percorso originale.

In entrambe queste ipotesi il flusso indotto risulterebbe in parte un flusso oggi circolante con una deviazione di percorso con una conseguente riduzione del traffico totale negli scenari progettuali: in ogni caso, cautelativamente, nelle successive analisi, si è scelto di aggiungere tutto il traffico indotto al traffico già circolante senza introdurre alcun tipo di riduzione.

6.5 Flussogrammi SDP

Il diagramma di carico, che costituisce uno dei risultati principali delle simulazioni effettuate, riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva, mediante una visualizzazione basata principalmente sulle etichette e sullo spessore delle bande che descrivono i flussi (flussogrammi): lo spessore delle barre è proporzionale al traffico sull'arco corrispondente.

Qui di seguito si riportano i diagrammi di carico degli scenari SDP in termini di veicoli equivalenti (i veicoli leggeri vengono contati con un coefficiente pari ad 1 e i veicoli pesanti con un coefficiente pari a 2.5), relativi all'ora di punta serale del venerdì e del sabato.



Figura 21 – SDP: flussogramma Odp serale del venerdì [veicoli equivalenti]



Figura 22 – SDP: flussogramma Odp serale del sabato [veicoli equivalenti]

Le immagini mostrano come si distribuiscono gli indotti sugli accessi della nuova struttura di vendita e più in generale sulla viabilità circostante.

Di seguito, per ulteriore semplicità di lettura, si mostrano i flussogrammi differenza di confronto tra SDF e SDP per gli scenari del venerdì e del sabato che mostrano le variazioni di traffico (in rosso un aumento, in verde una riduzione): in questo caso il delta rappresenta di fatto il flussogramma dei veicoli indotti.



Figura 23 – Flussogramma differenza SDP - SDF dell'OdP del venerdì sera



Figura 24 – Flussogramma differenza SDP - SDF dell’OdP del sabato sera

In particolare, dai grafici sopra riportati, oltre alla distribuzione degli indotti secondo le provenienze calcolate nel precedente capitolo, solo visibili i differenti utilizzi degli accessi alla struttura. Le provenienze e le origini degli indotti rispecchiano lo stato attuale dei flussi: la via Lombardia, Piave e Marmate sono quelle con i maggiori flussi circolanti ed indotti.

6.6 Grafi flusso/capacità SDP

In questo capitolo si illustrano i flussogrammi Flusso/Capacità della rete dello SDP, utili a definire i Livelli di Servizio (LdS) per lo scenario del venerdì sera e del sabato sera, secondo quanto indicato dalla normativa della Regione Lombardia DGR n. 8/3219 del 27/09/2006. In particolare, vengono considerati per ciascun arco i flussi bidirezionali per poi calcolare il rapporto flusso/capacità.



Figura 25 - Scenario SDP della sera del venerdì. Flussogramma flusso/capacità della rete dell’area di studio



Figura 26 - Scenario SDP della sera del sabato. Flussogramma flusso/capacità della rete dell'area di studio

Dai grafici riportanti i livelli di servizio si può verificare che non si registrano variazioni significative del LdS nel confronto con lo SDF in entrambi gli scenari simulati.

7 VERIFICHE MICROMODELLISTICHE

Mediante il software VISSIM, prodotto dalla società tedesca PTV, che rappresenta uno standard di riferimento per questo tipo di analisi, sono state simulate le ore di punta del venerdì sera e del sabato sera nello scenario Stato di Fatto (**SDF**) e nello scenario di Progetto (**SDP**) della rete relativa all'area di studio.

Nelle seguenti immagini viene riportata la rete infrastrutturale limitrofa all'area di intervento, con indicate anche le zone, analizzata nelle microsimulazioni nei due diversi scenari.



Figura 27 – Rete SDF



Figura 28 – Rete SDP

Nei paragrafi seguenti vengono illustrate le principali risultanze ottenute dalle microsimulazioni effettuate.

7.1 Le performances di sintesi

Per valutare il generale livello di performance della rete ed effettuare un confronto diretto dei diversi scenari di studio sono riportati nelle tabelle sottostanti i risultati della microsimulazioni nell'ora di punta serale del venerdì e del sabato sera per lo scenario Stato di Fatto (**SDF**) e per quello di Progetto (**SDP**).

In particolare, gli indicatori scelti sono i seguenti:

- Quota dei veicoli entrati nella rete [%]
- Numero di veicoli totali che transitano nella rete nell'ora di punta
- Numero dei veicoli rimasti nella rete a fine simulazione
- Distanza percorsa totale [km]
- Velocità media dei veicoli [km/h]
- Tempo totale di percorrenza [h]
- Perditempo medio per veicolo [sec]
- Numero medio di fermate per veicolo

PERFORMANCES		VENERDÌ SERA		SABATO SERA	
PARAMETRO		SDF	SDP	SDF	SDP
Veicoli entrati nella rete	%	100%	100%	100%	100%
Matrice totale dei veicoli	veicoli	1543	1831	1159	1504
Veicoli nella rete a fine simulazione	veicoli	6	8	4	5
Distanza totale percorsa	km	429	507	329	421
Velocità media	km/h	32.9	30.5	37.3	32.8
Tempo totale nella rete	ore	13	17	9	13
Tempo medio per veicolo perso	secondi	5.9	7.1	2.5	4.9
Numero medio di fermate per veicolo	fermate	0.4	0.5	0.2	0.3

Tabella 8 – Performances della rete negli scenari SDF e SDP del venerdì e del sabato

È possibile notare come tutti i veicoli riescano sempre ad entrare nella rete. Alla fine della simulazione i veicoli ancora in circolazione sono nello scenario attuale 13 il venerdì e 9 il sabato, in quello progettuale 17 il venerdì e 13 il sabato.

La velocità media di percorrenza subisce una riduzione nello scenario progettuale di entrambi i giorni di simulazione: tale riduzione della velocità non è solo imputabile all'incremento dei flussi di traffico dovuto alla presenza degli indotti (circa il 20% rispetto al traffico circolante per il venerdì e circa il 30% per il sabato) ma anche al nuovo layout progettuale. La rotatoria inserita nell'intersezione tra viale Lombardia, via Piave e via Undici Novembre ha, infatti, un'azione di rallentamento generale di tutti i flussi circolanti garantendo una maggior sicurezza della circolazione non solo veicolare ma anche pedonale grazie agli attraversamenti pedonali rialzati posti sui 4 rami.

La velocità media di percorrenza negli scenari progettuali rimane comunque mediamente oltre i 30 km/h.

Si riporta nel successivo paragrafo l'analisi delle code per i rami in ingresso delle intersezioni a rotatoria.

7.2 Analisi delle code

Tra gli indicatori utilizzati per l'analisi della rete nello scenario di progetto (SDP), è stato analizzato il fenomeno delle code, andando a rilevarne la lunghezza media durante le ore di punta serali del venerdì e del sabato.

Le code sono misurate, in VISSIM, dalla linea di arresto in ingresso all'intersezione analizzata fino all'ultimo veicolo che si trova in coda: un veicolo si definisce in coda quando la sua velocità scende al di sotto di 5 km/h e la distanza dal veicolo che lo precede è minore di 5 m.

La lunghezza delle code viene calcolata tramite l'inserimento negli archi stradali di opportuni elementi di rete definiti contatori di coda e viene espressa in metri.

Il comportamento dinamico descritto, ingresso ed uscita da una coda, corrisponde al fenomeno denominato stop & go.

In VISSIM la lunghezza assunta per le autovetture è compresa tra 3.5 e 5 m e il distanziamento medio dei veicoli in coda è di 1.5 / 2 m. I valori forniti sono riferiti alla fascia oraria considerata e indicano la lunghezza media della coda (espressa in metri) nell'intervallo di tempo considerato.

In particolare, nella tabella sottostante vengono riportati i suddetti indicatori per i punti indagati, relativi all'intersezione INT02 presente nella rete di studio e indicata nella figura seguente.

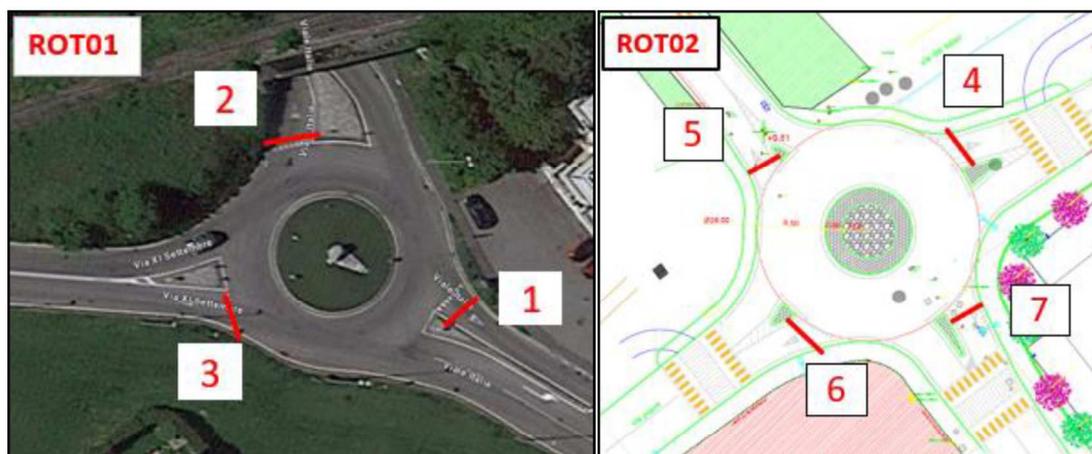


Figura 29 – Localizzazione contatori di coda

		VENERDÌ SERA		SABATO SERA	
		SDF	SDP	SDF	SDP
		MEDIA [m]	MEDIA [m]	MEDIA [m]	MEDIA [m]
ROT01	da 1	0	0	0	0
	da 2	0	0	0	0
	da 3	0	0	0	0
ROT02	da 4	0	0	0	0
	da 5	0	9	0	3
	da 6	8	0	1	1
	da 7	3	7	1	3

Tabella 9 – Lunghezze medie delle code simulate [m]

Come si può notare, nello scenario progettuale SDP si assiste ad una variazione delle code medie rispetto allo stato di fatto SDF: si registra, comunque, in tutti gli scenari, al massimo, un accodamento medio pari a 10 metri che corrisponde circa due auto.

In particolare, si può notare come l'introduzione della rotatoria progettuale porti ad una variazione degli accodamenti: i veicoli provenienti da via Piave (contatore 6) nello SDF dovevano rispettare uno STOP mentre nello SDP solo la precedenza permettendo di diminuire gli accodamenti da quel ramo, inoltre, i veicoli lungo via Marmora (contatore 5) nello SDF avevano la precedenza su tutti gli altri flussi mentre nello SDP devono rispettare le regole di precedenza imposte dalla rotatoria con un conseguente lieve aumento dei veicoli in coda (dovuto soprattutto al dover dare la precedenza all'importante flusso che da viale Lombardia svolta a sinistra in via Piave).

In ogni caso, tali variazioni, non determinano situazioni di criticità in nessuno degli scenari analizzati.

7.3 Immagini delle microsimulazioni

Si riportano di seguito delle immagini catturate durante le microsimulazioni degli scenari SDF e SDP per le ore di punta del venerdì e del sabato sera, al fine di avere maggior chiarezza sulle dinamiche di traffico che caratterizzano la rete di studio.



Figura 30 – Microsimulazione SDF venerdì sera



Figura 31 – Microsimulazione SDF sabato sera



Figura 32 – Microsimulazione SDP venerdì sera



Figura 33 – Microsimulazione SDP sabato sera

8 VERIFICA FUNZIONALE DELLE ROTATORIE

La verifica della capacità della rete di smaltire il traffico previsto negli scenari SDF e SDP si completa con la verifica funzionale delle rotatorie esistenti limitrofe all'area d'intervento.

In particolare, gli obiettivi sono:

- verificare che le intersezioni considerate siano in grado di smaltire i flussi di traffico previsti negli scenari di riferimento, nelle ore di punta serali del venerdì e del sabato;
- per tali intersezioni, calcolare la capacità residua al fine di valutare se siano in grado di smaltire un eventuale ulteriore incremento di domanda;
- determinare alcuni indicatori di performances delle intersezioni, quali i tempi medi di attesa e la lunghezza delle code, al fine di valutare l'efficienza e l'efficacia dell'infrastruttura viaria.

8.1 Le intersezioni analizzate

Le intersezioni a rotatoria analizzate, riportate nella seguente figura, sono:

- **ROT 01** (rotatoria a 3 braccia) – via Undici Settembre / Viale Italia;
- **ROT 02** (rotatoria progettuale a 4 braccia) – via Undici Settembre / via Marnate / via Piave / viale Lombardia;

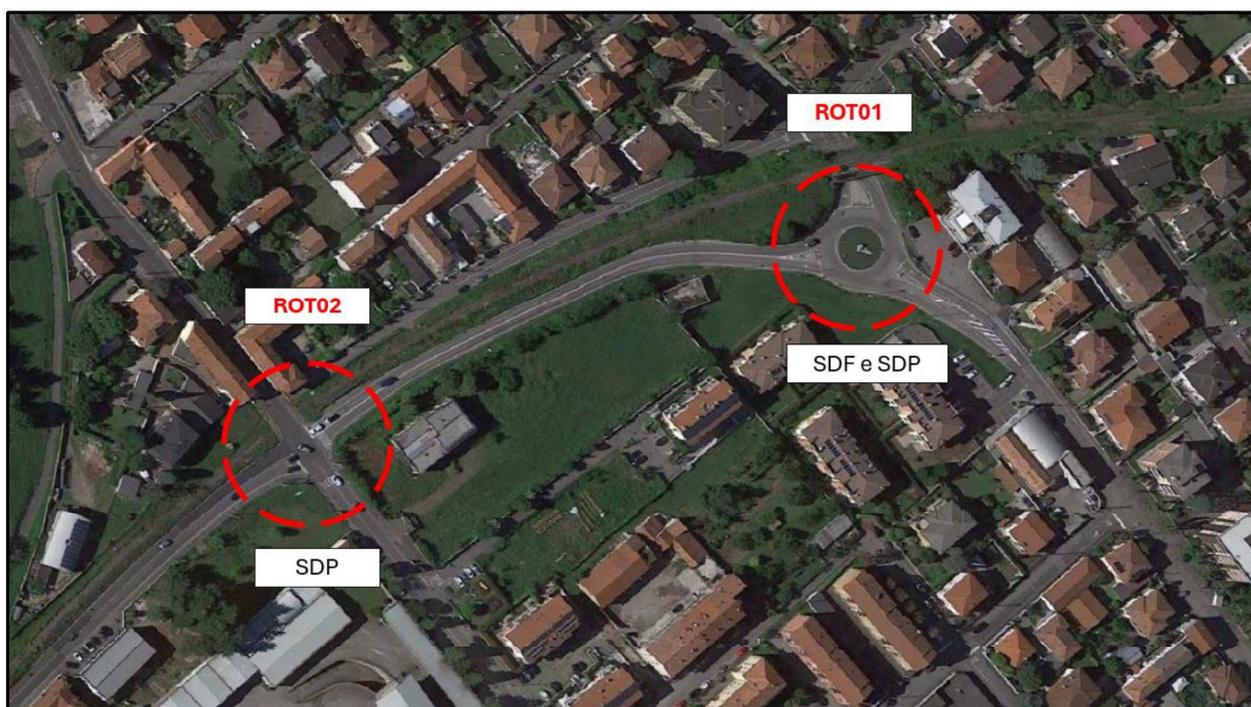


Figura 34 – Localizzazione delle intersezioni a rotatoria analizzate

8.2 Metodologia di analisi

La verifica funzionale delle intersezioni a rotatoria è stata svolta mediante il software trasportistico GIRABASE studiato in Francia dalla fine degli anni Settanta in specifico per l'analisi delle rotatorie, e successivamente sviluppato come software certificato da parte del Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU) e del Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), due importanti enti che si occupano di pianificazione e progettazione delle infrastrutture di trasporto.

GIRABASE consente di testare progetti di rotonde in termini di capacità e di adattarne le caratteristiche geometriche sulla base delle previsioni di traffico. Le rotonde considerate prevedono che il flusso sull'anello abbia precedenza sui flussi in ingresso in rotonda. L'obiettivo prioritario di GIRABASE è quello di verificare e diagnosticare, per ciascuna rotonda, la capacità di smaltire il traffico previsto e l'eventuale presenza di capacità residua.

GIRABASE considera una rotonda come una serie di incroci a T (la disposizione dei rami influenza i calcoli); per ogni ramo, il traffico massimo in entrata (Capacità) dipende dal traffico generato a destra dell'ingresso, secondo una curva esponenziale decrescente di tipo Siegloch. Il traffico generato a destra del ramo è a sua volta funzione del traffico che circola sull'anello a destra del ramo e del traffico uscente nel ramo stesso.

La formula che ne deriva è la seguente:

$$C = \frac{e^{-qg\left(tg - \frac{tf}{2}\right)}}{tf}$$

C = capacità, espressa in veicoli al secondo

tg = intervallo critico, espresso in secondi

tf = intervallo complementare, espresso in secondi

Questo modello di calcolo dei veicoli che entrano in rotonda, si basa sulle seguenti assunzioni:

- nessun veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo inferiore all'intervallo critico tg;
- ogni veicolo di una corrente secondaria si inserisce in una corrente principale in un tempo compreso tra tg e tg+tf;
- N veicoli di una corrente secondaria si inseriscono in una corrente principale in un tempo compreso tra tg+tf(N-1) e tg+tfN.

A partire dalle caratteristiche geometriche della rotonda e dalla matrice completa della rotonda (veicoli per ciascuna coppia di rami), GIRABASE calcola per ciascun ramo in ingresso:

- la riserva di capacità in percentuale e in veicoli/ora;
- i tempi medi e totali di attesa;
- la lunghezza media e massima della coda di veicoli.

Per utilizzare GIRABASE occorre una serie di informazioni per ciascuna rotonda in esame. In particolare vengono forniti i seguenti dati.

a) **Dati preliminari** → viene fornita una descrizione della rotonda e dei diversi rami in ingresso e uscita, nonché l'ambito di localizzazione, tra i seguenti disponibili:

- extraurbano;
- periurbano;
- urbano.

Tale ambito influenza i valori degli intervalli critici tg e tf.

b) **Dati geometrici** → per ciascun ramo della rotatoria occorre fornire:

- numero di direttrici;
- angoli di confluenza;
- raggio interno (R);
- larghezza della banda interna sormontabile (Bf);
- larghezza dell'anello centrale (LA);
- larghezza delle corsie di entrata (LE) e uscita (LS);
- dimensione delle isole spartitraffico (LI);
- pendenza in casi superiori al 3%;
- presenza di svolta a destra continua.

In **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. sono riportate le grandezze geometriche richieste.

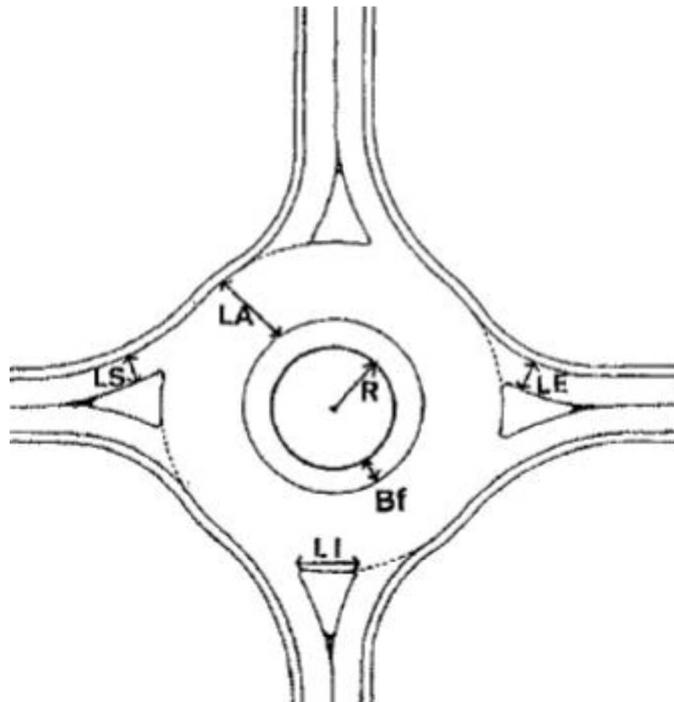


Figura 35 – Dati geometrici di una rotatoria

c) **Dati di traffico** → viene fornita la matrice del nodo, indicando il numero di veicoli entranti da ciascun ramo, disaggregati in funzione del ramo di uscita.

Per gestire le diverse categorie veicolari, GIRABASE suggerisce i seguenti coefficienti di equivalenza:

- **1** → Autovetture, veicoli commerciali leggeri e motocicli;
- **2** → Veicoli commerciali pesanti.

In funzione dei suddetti dati, GIRABASE calcola la capacità di un ramo in ingresso, considerando il disturbo provocato da coloro che escono nello stesso ramo (in quanto il conducente non sempre arriva a determinare se i veicoli sull'anello intendono lasciare la rotatoria), dagli attraversamenti pedonali e soprattutto dai veicoli che circolano nell'anello davanti al loro ingresso, cui devono dare la precedenza. Oltre alla riserva di capacità, vengono calcolati i tempi di attesa e le lunghezze delle code.

GIRABASE suggerisce anche come interpretare i dati forniti dal modello. Innanzitutto, valutando la riserva di capacità di ciascun ramo, espressa in percentuale, si considera che:

- se la riserva di capacità è superiore all'80% per tutti i rami in ingresso, la rotatoria non è giustificata;
- se tutti i rami hanno una riserva di capacità superiore al 50%, la dimensione dell'anello della rotatoria può essere ridotto;
- se la riserva di capacità per un ramo è superiore al 50%, è possibile ipotizzare un sovradimensionamento dello stesso;
- se la riserva di capacità per un ramo è compresa tra il 5% ed il 20%, è prevedibile la formazione di code, più o meno lunghe. In questo caso è importante verificare se tali code possano propagarsi ad intersezioni vicine (inferiori ai 100 m), rendendo critica anche l'uscita da tali intersezioni;
- se la riserva di capacità per un ramo è inferiore al 5% o addirittura negativa, è presumibile la formazione di code importanti, di saturazione e di progressivo blocco della rotatoria, e di conseguenza è richiesta una riprogettazione della rotatoria.

Tra gli interventi suggeriti vi sono:

- allargamento del ramo di ingresso, ad esempio mediante la realizzazione di doppi attestamenti;
- allargamento dell'isola spartitraffico, che quanto meno riduce la perturbazione dei veicoli che escono nello stesso ramo in analisi;
- allargamento della larghezza dell'anello, che consente un più facile inserimento in rotatoria.

Per quanto riguarda i tempi di attesa, questi indicano se la durata della fermata degli automobilisti rimane accettabile, e, come somma, forniscono il tempo speso dalla collettività a causa della rotatoria, consentendone anche una valutazione economica.

Infine, per quanto riguarda la lunghezza delle code, l'informazione è importante soprattutto al fine di verificare l'eventuale influenza che una coda su una rotatoria può avere su ulteriori intersezioni a monte della stessa. In questo caso, l'ambito di localizzazione può consentire di migliorare l'interpretazione dei risultati, secondo quanto di seguito riportato:

- in ambito urbano è più tollerabile al formazione di code, soprattutto nelle ore di picco, e non sempre è possibile aumentare la capacità della rotatoria;
- in ambito periurbano, la formazione di code con una certa regolarità risulta meno accettabile che in ambito urbano;
- in ambito extraurbano, la formazione di code, anche se occasionale, può costituire un pericolo per i veicoli in avvicinamento ed è quindi ancora meno accettabile.

8.3 I risultati delle verifiche funzionali

In questo capitolo vengono riportati i risultati delle verifiche funzionali delle rotatorie precedentemente descritte per gli scenari SDF e SDP nell' ora di punta serale e mattutina del venerdì e nell'ora di punta serale del sabato.

In particolare vengono illustrati i dati geometrici e di domanda necessari per la verifica funzionale ed i risultati di tale verifica riferiti a ciascun ramo.

Tali risultati sono espressi in termini di:

- Riserva di capacità in veicoli/ora (Réserve de Capacité en uvp/h);

- Riserva di capacità percentuale (capacità - veicoli entranti)/capacità (Réserve de Capacité en %);
- Lunghezza media di stoccaggio veicoli (Longueur de Stockage moyenne);
- Lunghezza massima di stoccaggio veicoli, imputati nel modello (Longueur de Stockage maximale);
- Tempi medi di attesa [sec] (Temps d'Attente moyen);
- Tempi totali di attesa [h] (Temps d'Attente total).

Al fine di rendere maggiormente leggibili i risultati della verifica statica sulle rotatorie viene riportata una tabella di legenda.

termine	significato
carrefour	intersezione
nom du carrefour	nome della rotatoria
localisation	posizione geografica
Environment	condizioni ambiente circostante (urbano, suburbano, aperta campagna)
Anneau	corona giratoria
Rayon de l'ilot infranchissable	raggio dell'isola centrale non sormontabile
largeur de la bande franchissable	larghezza della banda sormontabile
largeur de l'anneau	larghezza della corona giratoria
Rayon extérieur du giratorie	raggio esterno della rotatoria (somma delle 3 precedenti grandezze)
Branches	rami in ingresso/uscita (bracci)
Angle (degres)	angolo geometrico tra i vari rami (gradi sessagesimali)
Rampe	pendenza rami accesso (indica se inferiore o superiore a 3%)
Turne a droite	corsia di svolta diretta a destra (si/no)
largeurs Entree	larghezza corsia di ingresso misurata a 4 m dalla linea di dare la precedenza
largeurs llot	larghezza base triangolo spartitraffico (misurata lungo l'anello)
largeurs sortie	larghezza corsia di uscita dalla rotatoria
entrant	veicoli in ingresso dal ramo n
sortant	veicoli in uscita nel ramo n
reserve de capacité en uvp/en %	riserva di capacità in veicoli equivalenti/in percentuale
longueur de Stocage moienne/maximale	lunghezza degli accodamenti medi e massimi (misurati in numero di auto)
Temps d'attente moienne/maximale	ritardo medio/massimo per il transito nella rotatoria

Tabella 10 – Glossario GIRABASE

8.3.1 ROTATORIA 1: INT 01

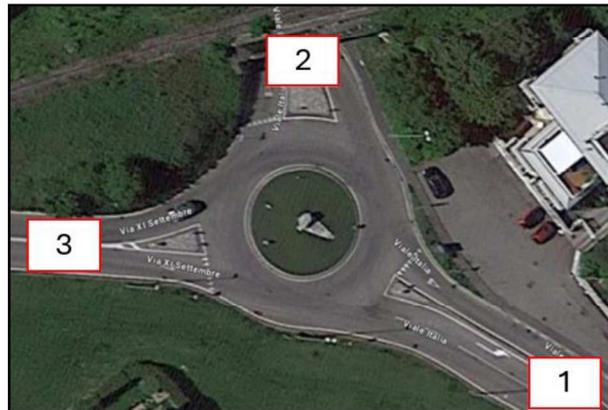


Figura 36 – Rotatoria INT 01

Nom du Carrefour :		INT01					
Localisation :		Urbain					
Environnement :		Urbain					
Date :		14/03/2024					
Anneau							
Rayon de l'îlot infranchissable :		8.10 m					
Largeur de la base franchissable :		6.90 m					
Rayon extérieur du giratoire :		15.00 m					
Branches							
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			
				Entrée à 4 m	à 15 m	Ilôt	Sortie
Viale Italia	0			4.70		2.90	6.80
Viale Italia	121			5.30		7.30	5.20
via XI Settembre	223			4.50		3.80	4.50

Figura 37 – Caratteristiche geometriche rotatoria INT 01

	1	2	3	Total Entrant
1	0	72	61	133
2	35	0	14	49
3	9	42	0	51
Total Sortant	44	114	75	233

Tabella 11 – SDF venerdì sera: matrice rotatoria INT 01

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Viale Italia	2319	95%	0vh	2vh	0s	0.0h
Viale Italia	2628	98%	0vh	2vh	0s	0.0h
via XI Settembre	2326	98%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 12 – SDF venerdì sera: risultati rotatoria INT 01

	1	2	3	Total Entrant
1	0	72	75	147
2	35	0	19	54
3	12	50	0	62
Total Sortant	47	122	94	263

Tabella 13 – SDP venerdì sera: matrice rotatoria INT 01

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Viale Italia	2284	94%	0vh	2vh	0s	0.0h
Viale Italia	2587	98%	0vh	2vh	0s	0.0h
via XI Settembre	2315	97%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 14 – SDP venerdì sera: risultati rotatoria INT 01

	1	2	3	Total Entrant
1	2	44	66	112
2	16	0	17	33
3	11	18	0	29
Total Sortant	29	62	83	174

Tabella 15 – SDF sabato sera: matrice rotatoria INT 01

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Viale Italia	2406	96%	0vh	2vh	0s	0.0h
Viale Italia	2628	99%	0vh	2vh	0s	0.0h
via XI Settembre	2395	99%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 16 – SDF sabato sera: risultati rotatoria INT 01

	1	2	3	Total Entrant
1	2	44	85	131
2	16	0	23	39
3	14	25	0	39
Total Sortant	32	69	108	209

Tabella 17 – SDP sabato sera: matrice rotatoria INT 01

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
Viale Italia	2367	95%	0vh	2vh	0s	0.0h
Viale Italia	2571	99%	0vh	2vh	0s	0.0h
via XI Settembre	2385	98%	0vh	2vh	0s	0.0h

Tabella 18 – SDP sabato sera: risultati rotatoria INT 01

8.3.2 ROTATORIA 2: INT 02

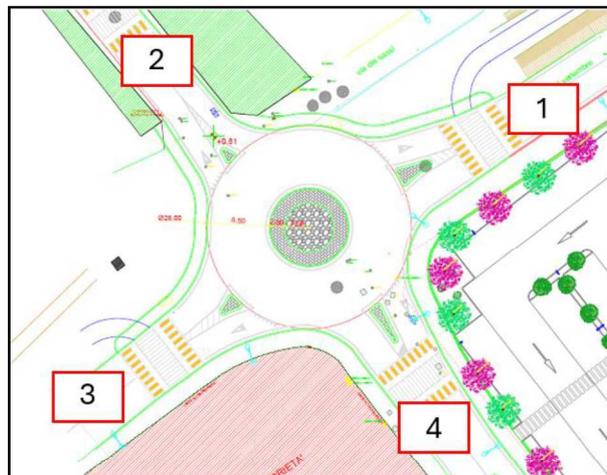


Figura 38 – Rotatoria INT 02

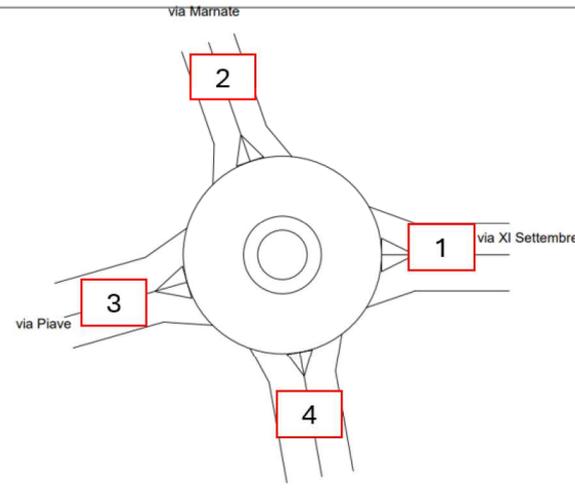
Nom du Carrefour :	INT02						
Localisation :	Urbain						
Environnement :	Urbain						
Variante :							
Date :	14/03/2024						
Anneau							
Rayon de l'îlot infranchissable :	3.50 m						
Largeur de la bande franchissable :	2.00 m						
Largeur de l'anneau :	8.50 m						
Rayon extérieur du giratoire :	14.00 m						
Branches							
Nom	Angle (degrés)	Rampe > 3%	Tourne à droite	Largeurs (en m)			
				Entrée à 4 m	à 15 m	Ilôt	Sortie
via XI Settembre	0			4.50		4.70	5.10
via Marnate	109			4.00		4.00	3.80
via Piave	196			4.50		4.70	5.00
viale Lombardia	280			4.50		3.60	5.00

Figura 39 – Caratteristiche geometriche rotonda INT 02

	1	2	3	4	Total Entrant
1	19	4	69	2	94
2	57	0	381	127	565
3	66	165	0	156	387
4	22	215	380	21	638
Total Sortant	164	384	830	306	1684

Tabella 19 – SDP venerdì sera: matrice rotonda INT 02

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via XI Settembre	1080	92%	0vh	2vh	1s	0.0h
via Marnate	829	59%	0vh	3vh	2s	0.3h
via Piave	1609	81%	0vh	2vh	0s	0.0h
viale Lombardia	1194	65%	0vh	2vh	1s	0.1h

Tabella 20 - SDP venerdì sera: risultati rotonda INT 02

	1	2	3	4	Total Entrant
1	25	3	78	2	108
2	62	0	209	122	393
3	84	159	0	170	413
4	5	147	277	36	465
Total Sortant	176	309	564	330	1379

Tabella 21 – SDP sabato sera: matrice rotonda INT 02

	Réserve de Capacité		Longueur de Stockage		Temps d'Attente	
	en uvp/h	en %	moyenne	maximale	moyen	total
via XI Settembre	1262	92%	0vh	2vh	1s	0.0h
via Marnate	1104	74%	0vh	2vh	1s	0.1h
via Piave	1542	79%	0vh	2vh	0s	0.0h
viale Lombardia	1325	74%	0vh	2vh	1s	0.1h

Tabella 22 - SDP sabato sera: risultati rotatoria INT 02

8.3.3 SINTESI VERIFICA ROTATORIE

In sintesi, le verifiche capacitive mostrano come le rotatorie presenti nella rete di studio siano in grado di smaltire i flussi attesi. Infatti, è prassi considerare, in regione Lombardia, una rotatoria al limite capacitivo quando ha i rami con capacità residua inferiore al 20%: nelle situazioni considerate tale limite è sempre verificato e il valore minimo è pari al 59%.

Inoltre, si evidenzia che per le tre rotatorie considerate tra SDF e SDP vi è al massimo una diminuzione dell'1% delle riserve minime di capacità.

ROTATORIA	PERIODO	SCENARIO	VEICOLI IN ROTATORIA	CAPACITA' RESIDUA				
				RAMO A	RAMO B	RAMO C	RAMO D	MINIMA
ROT01	Venerdì	SDF	233	95%	98%	98%	-	95%
		SDP	263	94%	98%	97%	-	94%
	Sabato	SDF	174	96%	99%	99%	-	96%
		SDP	209	95%	99%	98%	-	95%
ROT02	Venerdì	SDP	1684	92%	59%	81%	65%	59%
	Sabato	SDP	1379	92%	74%	79%	74%	74%

Tabella 23 - Risultati di sintesi delle riserve capacitive delle rotatorie

9 CONCLUSIONI

Questo studio trasportistico è stato redatto al fine di determinare l'impatto sulle infrastrutture viarie esistenti, dovuto ai flussi di traffico attesi in seguito alla realizzazione di una nuova struttura di vendita sita su via Undici Novembre angolo via Lombardia nel comune di Castellanza (VA).

Per la ricostruzione dello scenario attuale di traffico è stata condotta una campagna di rilievo di conteggi di traffico tramite telecamere nelle due intersezioni prossime all'area di intervento: in particolare i rilievi si sono svolti venerdì 1° Marzo 2024 dalle 17:00 alle ore 19:00 e sabato 2 Marzo 2024 dalle 16:00 alle ore 18:00, individuate come le fasce di massimo carico per le funzioni che si andranno ad insediare nell'area di studio. Dall'analisi di tali rilevazioni si è desunta l'ora di punta della sera del venerdì dalle 17:00 alle 18:00 e l'ora di punta della sera del sabato dalle 16:45 alle 17:45.

Per la ricostruzione dello scenario progettuale è stato calcolato il numero di indotti generato dalla struttura di vendita secondo le linee guida regionali. Trattandosi di una struttura di tipo FOOD con una superficie di vendita (SdV) pari a 1.150 mq, si sono stimati 288 veicoli indotti il venerdì, di cui 173 in ingresso e 115 in uscita, e 345 veicoli il sabato, di cui 207 entranti e 138 uscenti.

Sulla base della ricostruzione dello scenario attuale e sul calcolo delle origini/destinazioni degli indotti, è stato ricostruito lo scenario di progetto. Nello scenario di progetto è stata inserita anche la nuova rotatoria all'intersezione tra le vie Undici Novembre, Lombardia e Piave, che sostituisce l'attuale STOP.

Tramite il software VISUM è stato analizzato il flusso circolante su ogni arco della rete di studio verificando anche il rapporto con la capacità e i relativi LdS: tra lo SDF e lo SDP non si sono riscontrate variazioni significative.

A livello di microsimulazione tramite il software VISSIM, invece, si è potuto analizzare in dettaglio il comportamento di guida degli utenti e i fenomeni di accodamento ai principali rami delle intersezioni nell'area di studio. Da tale analisi è emerso che le performances subiscono una variazione dovuta non solo all'incremento del traffico circolante per la presenza degli indotti ma anche per l'inserimento della rotatoria progettuale che definisce un generale rallentamento di tutti i flussi ivi circolanti per garantire anche una migliore sicurezza della circolazione. Anche dal punto di vista degli accodamenti non vi sono particolari variazioni e tutti gli accodamenti non presentano criticità.

Infine, anche nelle verifiche alle rotatorie non si registrano significative variazioni con lo SDF (per la rotatoria in via Undici Novembre e via Italia) e le riserve di capacità di tutti i rami in tutti gli scenari sono sempre superiori al 59%.

Da tutte le analisi condotte si può pertanto concludere che le infrastrutture viarie esistenti e di progetto sono in grado di supportare il carico di domanda incrementale senza variazioni significative delle attuali performances della rete di studio.