



COMUNE DI COPIANO

PROVINCIA DI PAVIA

PIANO ATTUATIVO A.T.P.1

in Variante al Piano di Governo del Territorio
ai sensi della L.R. 12/2005 e s.m.i.

COMMITTENTE:

IMMOBILIARE MA.ST.RO. S.R.L.

CORSO CAVOUR 7, 26100 CREMONA
Partita IVA E C.F. 05313990961

OGGETTO:

Studio Impatto Viabilistico

PROGETTISTI:

ARCH. GIORGIO CORIONI:



COMMITTENTE :

IMMOBILIARE MA.ST.RO. S.R.L.

IMMOBILIAREMASTRO.COM

Partita IVA 05313990961

ARCH. VITTORIO FEDERIGO ROGNONI:



DATA :

ELABORATO:

APRILE 2025

GIORGIO CORIONI ARCHITETTO

- ORDINE ARCH. P.P.C. DI PAVIA N. 86

VIALE CREMONA 124 - 27100 PAVIA (PV) - TEL. 329 4519279 - MAIL: ARCHIBI000@LIBERO.IT
PEC: GIORGIO.CORIONI@ARCHIWORLDPEG.IT - P.IVA 015990181 - C.F. CRNGRG49L25D490R

VITTORIO FEDERIGO ROGNONI ARCHITETTO - ORDINE ARCH. P.P.C. DI PAVIA N. 430

VIA TRIESTE 19 - 27100 PAVIA (PV) - TEL. 0382 1993004 - MAIL: INFO@AVRSTUDIO.IT
PEC: VITTORIOFEDERICO.ROGNONI@ARCHIWORLDPEG.IT - P.IVA 01401050180 - C.F. RGNVTR66E22G388H

COMUNE DI COPIANO



Ambito di Trasformazione Produttiva ATP01 NUOVO INTERVENTO A CARATTERE PRODUTTIVO



ANALISI DELL'IMPATTO VIABILISTICO

DESCRIZIONE DEL SISTEMA VIARIO, DEI TRASPORTI E DELLA RETE DI ACCESSO

Studio redatto da Ing. Giovanni Vescia
Via Senato 45, 20121 Milano
Tel. 349.12 49 750 / 329.33 18 707
E-mail: gianni.vescia@fastwebnet.it
Albo dell'ordine degli ingegneri della provincia di Milano n A23726

L'elaborato contiene lo Studio di Impatto viabilistico relativo alla proposta di intervento in attuazione degli interventi edilizi ed infrastrutturali previsti all'interno dell'Ambito di Trasformazione Produttivo ATP01.

I contenuti del testo, l'impostazione metodologica e grafica sono coperti dai diritti di proprietà intellettuale dell'autore a norma di legge.

Incarico conferito a:
Ing. Giovanni Vescia

Sede: Via Senato 45, 20121 Milano
gianni.vescia@fastwebnet.it
cell. 329 3318707

INDICE

1	PREMESSA	4
2	ANALISI STATO DI FATTO	6
2.1	ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO.....	8
2.1.1	ANALISI DEGLI ASSI VIARI.....	9
2.1.1.1	S1 – SP9/ via Vistarino	9
2.1.1.2	S2 – SP235 est	10
2.1.1.3	S3 – via Dante.....	11
2.1.1.4	S4 – SP235 est	11
2.1.2	ANALISI DELLE INTERSEZIONI	13
2.1.2.1	Intersezione 1: via Vistarino/SP235.....	13
2.1.2.2	Intersezione 2: SP235/ via delle Pieve	14
2.2	INDAGINI DI TRAFFICO.....	16
2.2.1	INTERSEZIONE 1.1: SS45 bis / SP11.....	18
2.2.1	INTERSEZIONE 1.2: SS45 bis / SP11.....	24
2.3	DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA.....	30
2.4	ANALISI SCENARIO ATTUALE.....	32
2.4.1	MODELLO DI OFFERTA.....	32
2.5	PROCEDURA DI CALIBRAZIONE	35
2.5.1	MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE.....	39
3	ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO	43
3.1	ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO	43
3.2	STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO.....	45
3.2.1	RISULTATI MODELLO DI ASSEGNAZIONE	45
4	ANALISI MICROMODELLISTICHE	50
4.1	RISULTATI MODELLO DI SIMULAZIONE.....	52
4.1.1	INTERSEZIONE 1: SS45bis / SP11	57
4.1.1.1	Analisi dei Perditempo.....	57
4.1.1.2	Analisi Livelli di Servizio (LOS).....	58
4.1.2	INTERSEZIONE 2: SP11 / via IV Novembre.....	59
4.1.2.1	Analisi dei Perditempo.....	59
4.1.2.2	Analisi Livelli di Servizio (LOS).....	60
5	CONCLUSIONI	64
6	INDICI	66
6.1	INDICE DELLE FIGURE	66
6.2	INDICE DELLE FOTO	66
6.3	INDICE DELLE TABELLE.....	67

1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare l'impatto viabilistico e le ricadute sulla circolazione indotte dagli automezzi generati ed attratti dalla realizzazione degli interventi edilizi ed infrastrutturali previsti all'interno dell'Ambito di Trasformazione Produttivo ATP01, all'interno della zona industriale del comune di Copiano (PV).

Il nuovo intervento si inserisce in un contesto strategico ai fini dei trasporti delle merci in quanto servito da importanti infrastrutture stradali di interesse locale e sovralocale: l'ingresso e l'uscita dal futuro comparto in previsione avviene direttamente dalla SP9 (via Vistarino in ambito urbano) da cui è possibile immettersi verso la SP235 connessa all'A1 verso est e all'A7 verso Ovest attraverso la tangenziale di Pavia e il relativo raccordo di Bereguardo.



Figura 1 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento

La proposta progettuale prevede la realizzazione di un nuovo edificio con destinazione di magazzino ad uso logistico-spedizioniere con uffici pertinenziali. Per le esigenze funzionali ed operative connesse con la tipologia dell'attività che sarà insediata nel magazzino, lo stesso sarà dotato di infrastrutture di servizio adeguatamente strutturate. In particolare, piazzali di manovra, parcheggi e viabilità per mezzi pesanti. Tali infrastrutture, che avranno il fondo carrabile per automezzi pesanti, costituiranno una superficie impermeabile e saranno dimensionate ed organizzate per rendere agevoli le manovre e la sosta di un consistente numero di automezzi di grandi dimensioni verso le baie di carico/scarico.

L'ampiezza delle aree a pertinenza del capannone e della viabilità interna consentiranno, in caso di emergenza, anche l'agevole circolazione dei mezzi antincendio dei VV.F. e la possibilità di raggiungere qualsiasi punto perimetrale del fabbricato all'interno dell'area.

Dal punto di vista metodologico il presente studio ha perseguito la finalità di analizzare e verificare il funzionamento dello schema di viabilità attuale e futuro, mediante l'ausilio apposite metodologie e modelli di simulazione, ed assumendo a base di valutazione i seguenti scenari temporali:

- **scenario attuale**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario e al regime di circolazione nell'intorno del comparto interessato dagli interventi previsti;
- **scenario di intervento** finalizzato invece alla stima dei flussi di traffico aggiuntivi generati e attratti dal nuovo insediamento previsto e alla verifica del funzionamento della rete stradale, in relazione allo scenario di domanda e di offerta che si verrà a creare con l'entrata in esercizio dell'intervento proposto.

Poiché l'orizzonte temporale nel quale si colloca l'attivazione del comparto oggetto di studio è nel brevissimo periodo (2023), lo scenario temporale di riferimento coincide con lo scenario attuale.

L'obiettivo dello studio è pertanto quello di analizzare e di verificare il funzionamento dello schema di accessibilità, nella situazione viabilistica attuale e futura, attraverso l'ausilio di due strumenti modellistici di supporto: modello di macrosimulazione per la stima dei flussi sulla rete nella configurazione viabilistica attuale e futura e un modello di microsimulazione per l'analisi puntuale delle sezioni/intersezioni stradali al fine di descriverne l'effettivo funzionamento.

Nei paragrafi seguenti verrà illustrata la metodologia di analisi ed i risultati del modello di simulazione.

2 ANALISI STATO DI FATTO

L'analisi dello stato di fatto ha lo scopo di caratterizzare l'attuale domanda ed offerta di trasporto all'interno dell'area di studio. Per quanto concerne l'offerta di trasporto, l'obiettivo è quello di rilevare le attuali caratteristiche delle infrastrutture di trasporto che attraversano l'area di studio e, in particolare, di descriverne il funzionamento in merito:

- alla organizzazione e geometria della sede stradale;
- all'attuale regolamentazione della circolazione (sensi unici, semafori, etc...);
- alla presenza di linee e collegamenti con la rete del trasporto pubblico.

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante un apposito rilievo di traffico effettuato nel mese di novembre 2022, con riferimento alla fascia bioraria compresa tra le 07.00 e le 09.00 di un giorno infrasettimanale, dove mediamente si rilevano i valori di picco degli spostamenti sistematici casa - lavoro.

Le analisi di traffico hanno riguardato i principali assi e nodi che saranno interessati dall'indotto veicolare generato/attratto dall'intervento in previsione.

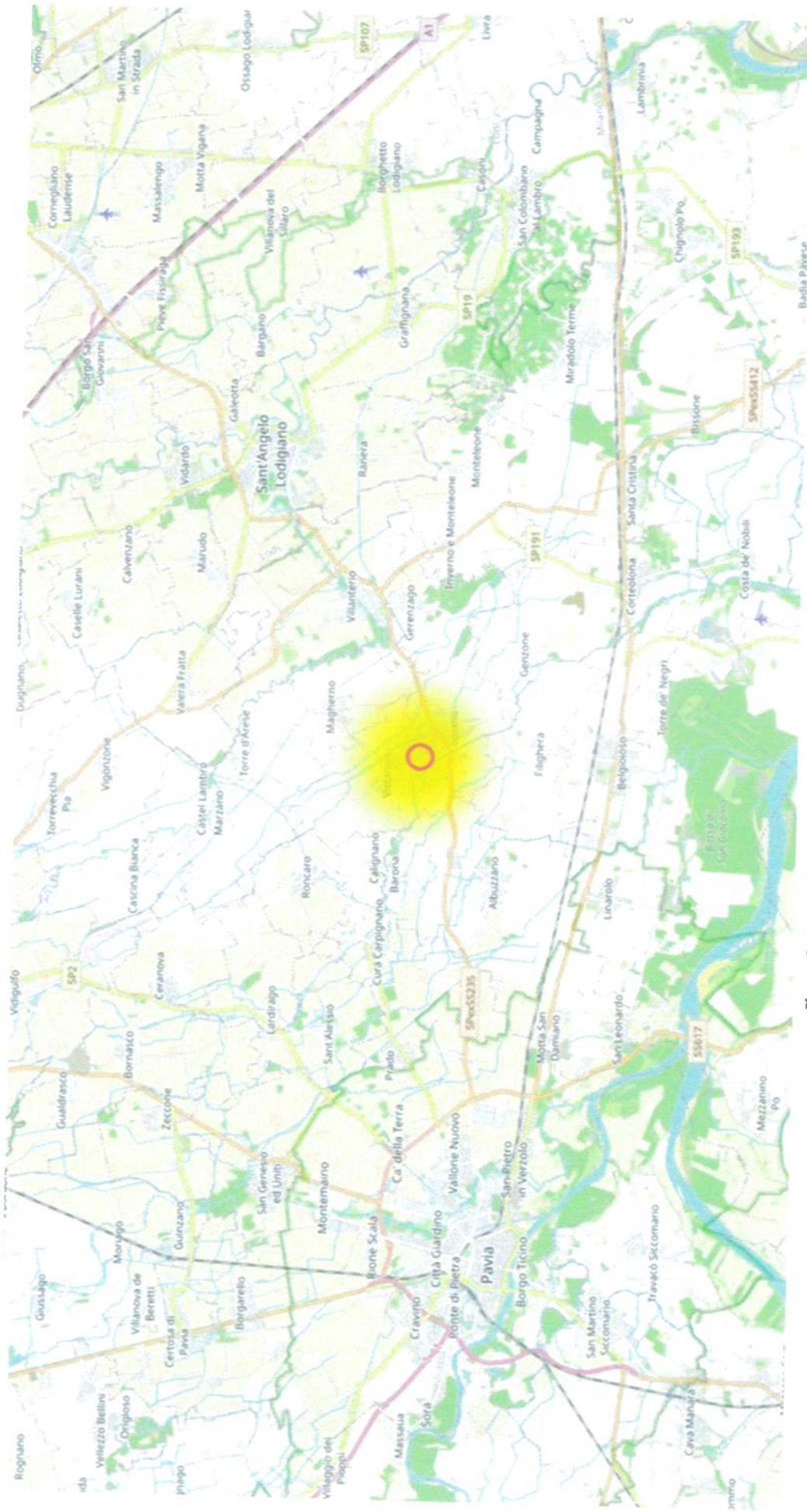


Figura 2 – Inquadramento della rete di trasporto - stato di fatto

2.1 ANALISI DELL'OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO

L'analisi dell'offerta di trasporto privato si propone di valutare il grado di accessibilità veicolare all'area in esame, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti. L'offerta viaria nell'intorno dell'area di trasformazione offre un buon livello di accessibilità in relazione all'assetto viabilistico principale: l'ingresso e l'uscita dal futuro comparto in previsione avviene direttamente dalla SP9 (via Vistarino in ambito urbano) da cui è possibile immettersi verso la SP235 connessa all'A1 verso est e all'A7 verso Ovest attraverso la tangenziale di Pavia e il relativo raccordo di Bereguardo.

Le immagini seguenti mostrano la regolamentazione delle intersezioni sulla rete stradale del comparto oggetto di analisi e lo schema di circolazione attualmente in essere.



Figura 3 – Regolamentazione della intersezioni

2.1.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI

Nel dettaglio, vengono esaminati e descritte le principali caratteristiche dei seguenti assi viari al fine dell'aggiornamento delle banche dati che caratterizzano il modello di offerta dell'area di studio:

- S1 – SP9 – via Vistarino;
- S2 – SP235 est;
- S3 – via Dante;
- S4 – SP235 ovest.



Figura 4 – Assi viari in esame

2.1.1.1 S1 – SP9/ via Vistarino

La SP9 (via Vistarino) nel tratto in cui si dirama verso nord rispetto all'abitato di Copiano presenta una sezione ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia; non sono presenti percorsi pedonali protetti, così come non è ammessa la sosta a bordo strada.



Figura 5 – Sezione S1 – SS45 bis –sud

2.1.1.2 S2 – SP235 est

La SP235 è una infrastruttura viaria il cui tracciato ha origine a Pavia dalla periferia est della città ed è la più importante via di collegamento verso Lodi, il cremasco e il bresciano; su un tracciato tipicamente di pianura la strada tocca i comuni di Copiano, Gerenzago, nei pressi del quale interseca la SP ex SS 412 della Val Tidone, e Sant'Angelo Lodigiano; dopo aver intersecato l'A1 (nei pressi di Pieve Fissiraga in località Viscolube) ed aver toccato il comune di Cornegliano Laudense e la sua frazione Muzza Sant'Angelo, entra in Lodi.

Ripreso il percorso dopo la città, la strada attraversa i comuni di Corte Palasio, e Crespianica (frazioni Tormo e Benzona), entrando nel Cremasco, dove tocca Chieve e Bagnolo (assieme alla frazione Gattolino), quindi entra in Crema, dove interseca la SP ex SS 415 Pallese e la SP ex SS 591 Cremasca; poi Offanengo, Romanengo, Ticengo, Soncino, dove interseca la ex strada statale 498 Soncinese, ed entra nel bresciano; tale tratta fu interessata, fra il 1880 e il 1931, dal binario della tranvia Lodi-Crema-Soncino.

Da Soncino la strada inizia a risalire verso nord attraversando Orzinuovi, che dà il nome alla strada, Orzivecchi, Pompiano, Corzano, Trenzano, Maclodio, Lograto, Casaglia, Torbole e Roncadelle, terminando infine, dopo aver intersecato l'A4, all'innesto sulla SP ex SS 11 Padana Superiore, alle porte di Brescia.

Nel tratto oggetto di analisi la SP235 in direzione ovest è caratterizzata da una sezione ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Su questa sezione stradale è impedita la sosta lungo strada e non sono presenti percorsi pedonali.



Foto 1 – S2 – SP235 ovest

2.1.1.3 S3 – via Dante

La via Dante collega la SP235 all'abitato di Copiano mediante una intersezione semaforizzata; nel tratto analizzato presenta una sezione ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia; su questa sezione stradale è impedita la sosta lungo strada mentre è presente un percorso pedonale protetto sul lato est della carreggiata.



Foto 2 – S3 – via Dante dir sud

2.1.1.4 S4 – SP235 est

La SP235 in direzione est mantiene le stesse caratteristiche della sezione 2: strada ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Su questa sezione stradale è impedita la sosta lungo strada e non sono presenti percorsi pedonali.



Foto 3 – S4 – SP235 est

2.1.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI

Per completare l'analisi del sistema di offerta viene di seguito proposto l'analisi delle principali intersezione limitrofe all'area oggetto dell'intervento, in modo da ottenere un quadro ricognitivo esaustivo in ordine all'assetto viabilistico attuale.

Nel dettaglio, vengono esaminate e descritte le seguenti intersezioni:

- Intersezione 1: via Vistarino/SP235;
- intersezione 2: SP235/ via delle Pieve.



Figura 6 – Intersezione analizzata

2.1.2.1 Intersezione 1: via Vistarino/SP235

L'intersezione in esame è gestita mediante impianto semaforico: tutti i rami dell'intersezione presentano un attestamento su unica corsia. È presente un attraversamento pedonale sulla SP 235 protetto da un'apposita fase del ciclo semaforico attuato a chiamata dal pedone.



Figura 7 – Intersezione 1 – Foto aerea



Figura 8 – Intersezione 1: vista da sud

2.1.2.2 Intersezione 2: SP235/ via delle Pieve

L'intersezione in esame è gestita da un'intersezione a rotatoria (con diametro pari a circa 50 metri) a 4 braccia con precedenza ai veicoli che percorrono l'anello. Tutti gli approcci si configurano a singola corsia in ingresso,

Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.



Figura 9 – Intersezione 2 – Foto aerea



Figura 10 – Intersezione 2: vista da est

2.2 INDAGINI DI TRAFFICO

La conoscenza dei dati di traffico veicolare è componente fondamentale per consentire, dapprima, di analizzare la situazione di traffico esistente - allo stato attuale - al contorno del comparto in esame e, successivamente, di valutare il traffico indotto (incrementi) derivante dalla realizzazione del progetto, al fine di verificare il corretto dimensionamento e l'efficacia dei punti di accesso. La domanda di mobilità urbana può essere sinteticamente descritta - in rapporto ad un determinato arco temporale di riferimento - in termini di "flussi veicolari" su significative sezioni della rete stradale, che origina degli spostamenti, da caricarsi sulla rete viaria esistente.

Per analizzare, in modo dettagliato, l'incidenza delle previsioni dedotte dal progetto in esame sulla viabilità locale, è necessario ricostruire i flussi di traffico attualmente circolanti sulla rete esistente, ossia stimare la domanda di trasporto attuale.

Considerando la natura dell'intervento a carattere produttivo, i rilievi di traffico sono stati effettuati nella giornata di martedì 8 novembre nella fascia oraria compresa tra le 07.00 e le 09.00, dove mediamente si rileva il picco degli spostamenti sistematici casa - lavoro.

I conteggi di traffico sono stati condotti con apparecchiature di registrazione video dalla cui elaborazione è possibile determinare i flussi veicolari, la classificazione e l'origine/destinazione dei mezzi transitanti nelle intersezioni.

L'installazione viene effettuata a bordo strada e non comporta intralcio per la circolazione.



Figura 11 – Strumentazione video con palo telescopico

L'area di studio è stata suddivisa in più sezioni sulle quali sono state effettuate due tipologie di rilievo:

- il conteggio dei flussi in ingresso/uscita dalla sezione;
- il conteggio dei veicoli in ingresso in una data sezione posto in relazione con gli itinerari di uscita al fine di ricostruire la matrice O/D degli spostamenti.



Figura 12 – Intersezione rilevata

In questo modo, è stato possibile individuare il numero di veicoli che effettuano le diverse manovre di svolta e, al contempo, ricostruire gli itinerari di ingresso/uscita. I dati sono stati raccolti ad intervalli di 15 minuti, in modo da individuare eventuali situazioni puntuali anomale. I flussi veicolari sono stati disaggregati per:

- direzione di marcia;
- fascia oraria;
- classe veicolare, leggera e pesante.

Per la restituzione dei dati numerici rilevati, i flussi sono stati omogeneizzati (tradotti in veicoli equivalenti) nel seguente modo (i valori relativi ai flussi di traffico che saranno indicati nei paragrafi successivi sono espressi in veicoli equivalenti):

- Moto pari a 0.5 veicoli equivalenti;
- Autoveicoli pari a 1 veicolo equivalente;
- Mezzi pesanti (>3,5t) pari a 2.5 veicoli equivalenti.

La seguente immagine mostra alcuni esempi di veicoli, così detti "leggeri" e altri "pesanti".



Figura 13 – Esempi di veicoli appartenenti alle classi veicolari "Moto", "Leggeri" e "Pesanti"

Per poter analizzare nel dettaglio l'attuale situazione viabilistica dell'area in esame, si passa ora alla restituzione dei flussi di traffico attuali, così come rilevati mediante l'apposita campagna di indagine.

2.2.1 INTERSEZIONE 1.1: SS45 bis / SP11

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



COD.	INT 1
NODO	SEMAFORO SP235/VIA VISTARINO
COMUNE	COPIANO (PV)
DATA	MAR 08/11/2022
ORARIO	07.00-09.00
METEO	SERENO
SEZIONE	STRADA
1	VIA VISTARINO
2	SP235 ovest
3	VIA DANTE
4	SP235 est

Figura 14 - Intersezione 1 – sezioni rilevate

Nell'intersezione in esame, il flusso complessivo in ingresso, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nelle seguenti tabelle.

NODO INT 1 - SEMAFORO SP235/VIA VISTARINO - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE TOTALE NODO

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07.00-09.00

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	TOTALE INGRESSI AL NODO				TOTALE USCITE DAL NODO			
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-07.15	0	230	20	250	0	230	20	250
07.15-07.30	1	278	12	291	1	278	12	291
07.30-07.45	1	310	15	326	1	310	15	326
07.45-08.00	1	341	23	365	1	341	23	365
08.00-08.15	2	316	22	340	2	316	22	340
08.15-08.30	2	316	14	332	2	316	14	332
08.30-08.45	1	260	26	287	1	260	26	287
08.45-09.00	0	266	13	279	0	266	13	279

60 minuti INTERVALLO	TOTALE INGRESSI AL NODO				TOTALE USCITE DAL NODO			
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-08.00	3	1'159	70	1'232	3	1'159	70	1'232
07.15-08.15	5	1'245	72	1'322	5	1'245	72	1'322
07.30-08.30	6	1'283	74	1'363	6	1'283	74	1'363
07.45-08.45	6	1'233	85	1'324	6	1'233	85	1'324
08.00-09.00	5	1'158	75	1'238	5	1'158	75	1'238
% hdp	0.4%	94.1%	5.4%	100%	0.4%	94.1%	5.4%	100%

vph eq. hdp

1'471

ORA DI PUNTA
07.30-08.30



Tabella 1 - Intersezione 1 - Flussi disaggregati per 15 minuti

NODO INT 1 - SEMAFORO SP235/VIA VISTARINO - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE 1 - VIA VISTARINO

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07:00-09:00

DA 1 - VIA VISTARINO A:

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			4 - SP235 est			1 - VIA VISTARINO			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07:00-07:15	0	6	2	8	0	20	0	20	0	27	1	28	0	0	0	0	0	33	3	36
07:15-07:30	0	22	1	23	0	7	0	7	0	24	0	24	0	0	0	0	0	53	1	54
07:30-07:45	0	28	0	28	0	15	1	16	0	28	0	28	0	0	0	0	0	71	1	72
07:45-08:00	0	24	0	24	0	9	0	9	0	27	1	28	0	0	0	0	0	60	1	61
08:00-08:15	0	16	3	19	0	16	0	16	0	18	1	19	0	0	0	0	0	30	4	34
08:15-08:30	0	22	4	26	0	12	2	14	1	19	0	20	0	0	0	0	1	53	6	59
08:30-08:45	0	11	1	12	0	13	0	13	0	10	2	12	0	0	0	0	0	34	3	37
08:45-09:00	0	28	5	33	0	12	0	12	0	16	0	16	0	0	0	0	0	46	5	51

60 minuti INTERVALLO	2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			4 - SP235 est			1 - VIA VISTARINO			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07:00-08:00	0	80	3	83	0	41	1	42	0	96	2	98	0	0	0	0	0	217	6	223
07:15-08:15	0	90	4	94	0	47	1	48	0	97	2	99	0	0	0	0	0	234	7	241
07:30-08:30	0	90	7	97	0	53	3	56	1	93	2	95	0	0	0	0	1	134	12	146
07:45-08:45	0	73	8	81	0	50	2	52	1	74	4	78	0	0	0	0	1	107	14	118
08:00-09:00	0	67	13	80	0	53	2	55	1	63	3	66	0	0	0	0	1	103	18	114
% Hdq	0.0%	92.8%	7.2%	100%	0.0%	94.5%	5.5%	100%	1.0%	96.8%	2.2%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0%	0.5%	94.7%	4.9%	100%
VPH EQUIVALENTI	2 - SP235 ovest			Tot. eq.	3 - VIA DANTE			Tot. eq.	4 - SP235 est			Tot. eq.	1 - VIA VISTARINO			Tot. eq.	TOTALE USCITE			Tot. eq.
HDP 07:30-08:30	0	90	18	108	0	52	8	60	1	93	5	98	0	0	0	0	1	334	30	364

Tabella 2 - Intersezione 1 - Flussi postazione 1

NODO INT 1 - SEMAFORO SP235/VIA VISTARINO - COPIANO (PV)
POSTAZIONE 3 - VIA DANTE

DATA MAR 08/11/2022
ORARIO 07.00-09.00

DA 3 - VIA DANTE A:

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	4 - SP235 est			1 - VIA VISTARINO			2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	
07.00-07.15	0	1	0	1	0	16	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	
07.15-07.30	0	0	1	1	0	7	0	3	0	0	0	3	0	7	0	7	
07.30-07.45	0	0	0	0	16	0	0	3	0	0	0	0	19	0	16	1	17
07.45-08.00	0	0	0	0	18	0	0	2	0	0	0	0	20	0	11	0	11
08.00-08.15	0	0	0	0	27	1	1	18	0	1	0	0	18	1	20	0	20
08.15-08.30	0	1	0	1	15	1	1	16	0	2	0	0	18	1	15	2	14
08.30-08.45	0	1	0	1	15	0	0	15	0	3	0	0	19	0	16	0	16
08.45-09.00	0	4	0	4	27	0	0	27	0	3	0	0	24	0	14	0	14

60 minuti INTERVALLO	4 - SP235 est			1 - VIA VISTARINO			2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			TOTALE USCITE			
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-08.00	0	0	1	1	57	0	0	57	0	8	0	0	0	46	1	47
07.15-08.15	0	0	1	1	58	1	1	59	0	9	0	0	0	54	1	55
07.30-08.30	0	1	0	1	66	2	0	68	0	8	0	0	0	59	3	62
07.45-08.45	0	2	0	2	65	2	0	67	0	8	0	0	0	59	1	61
08.00-09.00	0	6	0	6	64	2	0	66	0	9	0	0	0	61	2	64
% bidp	0.0%	100.0%	0.0%	100%	97.3%	2.9%	100%	100%	0.0%	100.0%	0.0%	0%	0.0%	95.2%	4.8%	100%
VPHEQUIVALENTI	4 - SP235 est			1 - VIA VISTARINO			2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			TOTALE USCITE			
TOT.EQ.	0	1	0	1	0	66	5	73	0	8	0	0	0	59	8	67
TOT.EQ.	4 - SP235 est			1 - VIA VISTARINO			2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			TOTALE USCITE			
TOT.EQ.	0	1	0	1	0	66	5	73	0	8	0	0	0	59	8	67

Tabella 4 - Intersezione 1 - Flussi postazione 3

NODO INT 1 - SEMAFORO SP.235/VIA VISTARINO - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE 4 - SP235 est

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07.00-09.00

DA 4 - SP235 est A:

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	1 - VIA VISTARINO			2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			4 - SP235 est			TOTALE USCITE							
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI				
07.00-07.15	0	7	3	10	0	77	8	85	0	1	0	1	0	0	0	96				
07.15-07.30	0	7	0	7	1	99	4	104	0	0	0	0	1	106	4	111				
07.30-07.45	0	11	1	13	0	93	9	102	0	0	0	0	0	105	10	115				
07.45-08.00	0	18	2	20	1	113	15	129	0	2	0	2	1	133	17	151				
08.00-08.15	0	11	1	12	1	116	9	126	0	3	0	3	0	130	10	141				
08.15-08.30	0	14	1	15	0	120	2	122	0	0	0	0	0	134	3	137				
08.30-08.45	0	15	2	17	1	105	17	123	0	0	0	0	1	120	19	140				
08.45-09.00	0	7	3	10	0	93	4	97	0	2	0	2	0	103	7	109				
Tot. eq.	0	55	13	68	1	442	88	531	0	5	0	5	1	502	100	603				
Tot. eq.				68				531				5				5				603

60 minuti INTERVALLO	1 - VIA VISTARINO			2 - SP235 ovest			3 - VIA DANTE			4 - SP235 est			TOTALE USCITE							
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI				
07.00-08.00	0	44	6	50	2	382	36	420	0	3	0	3	0	0	0	0				
07.15-08.15	0	48	4	52	3	421	37	462	0	5	0	5	0	0	0	0				
07.30-08.30	0	55	5	60	1	441	35	479	0	5	0	5	0	0	0	0				
07.45-08.45	0	58	6	64	3	454	43	500	0	5	0	5	0	0	0	0				
08.00-09.00	0	47	7	54	2	434	32	468	0	5	0	5	0	0	0	0				
% hidp	0.0%	91.7%	8.3%	100%	0.4%	92.3%	7.3%	100%	0.0%	100.0%	0.0%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0%				
Tot. eq.	0	55	13	68	1	442	88	531	0	5	0	5	1	502	100	603				
Tot. eq.				68				531				5				5				603

Tabella 5 - Intersezione 1 - Flussi postazione 4

2.2.1 INTERSEZIONE 1.2: SS45 bis / SP11

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



COD.	INT 1
NODO	ROTATORIA SP235/strada della Pieve
COMUNE	COPIANO (PV)
DATA	MAR 08/11/2022
ORARIO	07.00-09.00
METEO	SERENO
SEZIONE	STRADA
1	SP235 est
2	SP235 ovest
3	strada della Pieve ovest
4	strada della Pieve sud

Figura 15 - Intersezione 2 – sezioni rilevate

Nell'intersezione in esame, il flusso complessivo in ingresso, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nelle seguenti tabelle.

NODO INT 1 - ROTATORIA SP235/strada della Pieve - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE TOTALE NODO

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07.00-09.00

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	TOTALE INGRESSI AL NODO			TOTALE USCITE DAL NODO				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-07.15	0	195	16	211	0	195	16	211
07.15-07.30	0	217	12	229	0	217	12	229
07.30-07.45	1	258	14	273	1	258	14	273
07.45-08.00	1	280	20	301	1	280	20	301
08.00-08.15	1	280	21	302	1	280	21	302
08.15-08.30	2	278	19	299	2	278	19	299
08.30-08.45	0	213	24	237	0	213	24	237
08.45-09.00	0	209	13	222	0	209	13	222

60 minuti INTERVALLO	TOTALE INGRESSI AL NODO			TOTALE USCITE DAL NODO				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-08.00	2	950	62	1'014	2	950	62	1'014
07.15-08.15	3	1'035	67	1'105	3	1'035	67	1'105
07.30-08.30	5	1'096	74	1'175	5	1'096	74	1'175
07.45-08.45	4	1'051	84	1'139	4	1'051	84	1'139
08.00-09.00	3	980	77	1'060	3	980	77	1'060
% hdp	0.4%	93.3%	6.3%	100%	0.4%	93.3%	6.3%	100%

vph eq. hdp 1'284

ORA DI PUNTA
07.30-08.30



Tabella 6 - Intersezione 2 - Flussi disaggregati per 15 minuti

NODO INT 1 - ROTATORIA SP235/strada della Pieve - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE 1 - SP235 est

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07.00-09.00
 DA 1 - SP235 est A:

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	2 - SP235 ovest			3 - strada della Pieve ovest			4 - strada della Pieve sud			1 - SP235 est			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-07.15	0	90	8	98	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	301	5	306
07.15-07.30	0	101	3	104	0	0	1	1	0	5	2	7	0	0	0	0	0	108	6	114
07.30-07.45	0	116	8	124	0	4	0	4	0	16	2	18	0	0	0	0	0	130	4	135
07.45-08.00	1	127	22	140	0	9	0	9	0	10	1	11	0	0	0	0	1	146	0	150
08.00-08.15	0	138	9	147	0	1	0	1	0	24	3	27	0	0	0	0	0	163	12	175
08.15-08.30	0	140	5	145	0	2	2	4	0	13	4	17	0	0	1	1	0	155	11	167
08.30-08.45	0	111	15	126	0	1	1	2	0	4	2	6	0	0	0	0	0	116	18	134
08.45-09.00	0	106	5	111	0	0	1	1	0	14	1	15	0	0	0	0	0	110	7	117

60 minuti INTERVALLO	2 - SP235 ovest			3 - strada della Pieve ovest			4 - strada della Pieve sud			1 - SP235 est			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-08.00	1	434	31	466	0	23	1	24	0	34	6	40	0	0	0	0	1	481	38	519
07.15-08.15	1	482	34	515	0	14	1	15	0	55	8	63	0	0	0	0	1	551	41	593
07.30-08.30	1	521	34	556	0	15	2	18	0	63	10	73	0	1	1	1	1	600	47	648
07.45-08.45	1	516	41	558	0	23	3	26	0	51	20	71	0	1	1	1	1	580	55	636
08.00-09.00	0	495	34	529	0	4	4	8	0	55	10	65	0	0	1	1	0	551	49	603
% help	0.1%	93.7%	6.1%	100%	0.0%	88.6%	11.5%	100%	0.0%	85.3%	14.7%	100%	0.0%	0.0%	100.0%	100%	0.3%	92.6%	7.3%	100%
VPH EQUIVALENTI	2 - SP235 ovest			Tot. eq.	3 - strada della Pieve ovest			Tot. eq.	4 - strada della Pieve sud			Tot. eq.	1 - SP235 est			Tot. eq.	TOTALE USCITE			Tot. eq.
H08 07.30-08.30	1	521	85	607	0	26	5	31	0	63	25	88	0	0	3	3	1	600	118	718

Tabella 7 - Intersezione 2 - Flussi postazione 1

NODO INT 1 - ROTATORIA SP235/strada della Pieve - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE 3 - strada della Pieve ovest

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07.00-09.00

DA 3 - strada della Pieve ovest A:

MAR 08/11/2022 INTERVALLO	4 - strada della Pieve sud			1 - SP235 est			2 - SP235 ovest			3 - strada della Pieve ovest			TOTALE USCITE			
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-07.15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
07.15-07.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
07.30-07.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
07.45-08.00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	14
08.00-08.15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
08.15-08.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5
08.30-08.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
08.45-09.00	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1

60 minuti INTERVALLO	4 - strada della Pieve sud			1 - SP235 est			2 - SP235 ovest			3 - strada della Pieve ovest			TOTALE USCITE			
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07.00-08.00	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	31
07.15-08.15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	20	24
07.30-08.30	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	22	27
07.45-08.45	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	20	26
08.00-09.00	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	7	13
% Imp	0.0%	0.0%	0.0%	0%	0.0%	0.0%	100.0%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	81.5%	100%
VPH EQUIVALENTI	4 - strada della Pieve sud			Tot. eq.	1 - SP235 est			Tot. eq.	2 - SP235 ovest			Tot. eq.	3 - strada della Pieve ovest			Tot. eq.
HOP 07.30-08.30	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	22	33

Tabella 9 - Intersezione 2 - Flussi postazione 3

NODO INT 1 - ROTATORIA SP235/strada della Pieve - COPIANO (PV)
 POSTAZIONE 4 - strada della Pieve sud

DATA MAR 08/11/2022
 ORARIO 07:00-09:00

DA 4 - strada della Pieve sud A:

60 minuti INTERVALLO	1 - SP235 est			2 - SP235 ovest			3 - strada della Pieve ovest			4 - strada della Pieve sud			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07:00-07:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15-07:30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30-07:45	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:00	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-08:15	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:15-08:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:30-08:45	0	2	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:45-09:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. eq.	0	2	0	2	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% help	0.0%	66.7%	33.3%	100%	0.0%	80.0%	20.0%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

60 minuti INTERVALLO	1 - SP235 est			2 - SP235 ovest			3 - strada della Pieve ovest			4 - strada della Pieve sud			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE				
	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	MOTO	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
07:00-08:00	0	3	1	4	0	2	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15-08:15	0	3	1	4	0	5	1	6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30-08:30	0	2	1	3	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45-08:45	0	2	0	2	0	5	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00-09:00	0	2	0	2	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% help	0.0%	66.7%	33.3%	100%	0.0%	80.0%	20.0%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
VPH EQUIVALENTI	1.0	2.0	1.0	4.0	1.0	4.0	2.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOT. eq.	0	2	0	2	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. eq.	0	2	0	2	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% help	0.0%	66.7%	33.3%	100%	0.0%	80.0%	20.0%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tabella 10 - Intersezione 2 - Flussi postazione 4

2.3 DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA

In questo paragrafo si provvede ad identificare l'ora di punta corrispondente alla situazione di maggior carico sulla viabilità e nelle intersezioni limitrofe all'insediamento in progetto.

Partendo dai dati raccolti nelle campagne di rilievo, è stata determinata la fascia oraria di massimo carico sulla rete per l'ora di punta del mattino, considerando i veicoli rilevati sulle intersezioni di accesso all'area di studio.

L'ora di punta è stata individuata considerando i flussi espressi in veicoli complessivi sulle sezioni stradali di accesso al comparto oggetto di analisi.



Figura 16 – Identificazione sezioni accesso area di studio

L'ora di punta è stata individuata considerando i flussi espressi in veicoli totali.

07.00-08.00	223	469	67	2	8	520	1'289
07.15-08.15	241	494	69	2	11	593	1'410
07.30-08.30	247	495	77	2	8	648	1'477
07.45-08.45	212	466	77	2	8	636	1'401
08.00-09.00	202	428	81	4	7	603	1'325

Figura 17 – Flussi sezioni accesso area di studio – Veic/h

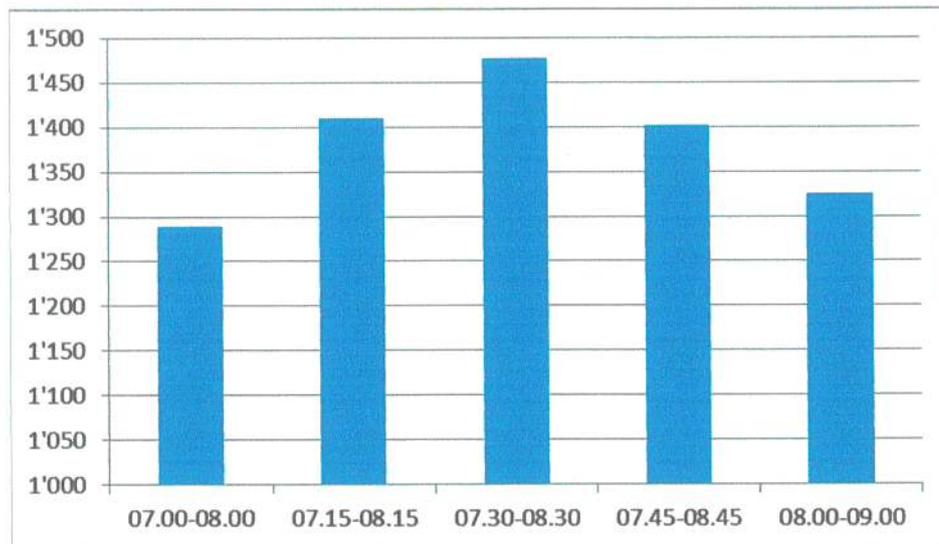


Figura 18 – Flussi sezioni accesso area di studio – Veic/h

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la giornata feriale, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le 07.30 e le 08.30, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a 1.477veicoli /ora.

2.4 ANALISI SCENARIO ATTUALE

La ricostruzione della domanda e dell'offerta attuale di trasporto è stata effettuata mediante l'utilizzo del software di macrosimulazione Cube Voyager.

Le analisi hanno riguardato inizialmente la ricostruzione del modello di offerta mediante la predisposizione del grafico viario dell'ambito territoriale oggetto di analisi.

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni relativo alla definizione dello scenario attuale. Le procedure di seguito riportate fanno riferimento all'offerta infrastrutturale e alla domanda di mobilità relativa all'orizzonte temporale 2022.

2.4.1 MODELLO DI OFFERTA

Il sistema dell'offerta è modellizzato implementando un grafo stradale costituito da una serie di archi mono o bi-direzionali, con i quali è compiutamente descritto un tratto di strada. Complessivamente la rete stradale considerata è costituita da poco più di 800 archi, comprende l'intera area di studio.

Gli archi del grafo sono classificati in funzione del rango della strada che rappresentano, e ad essi è associata una serie di informazioni necessarie per alimentare il modello di macrosimulazione, tra le quali:

- nodo inizio;
- nodo fine;
- lunghezza [Km];
- tipo arco (autostrada, strade primarie, strade secondarie, locali, uso esclusivo TPL, connettore);
- velocità di libero deflusso [Km/h];
- capacità [Veq];
- curva di deflusso.

In particolare, in ragione delle specifiche caratteristiche di deflusso (autostrade, superstrade e arterie di grande viabilità, strade statali, strade provinciali, strade comunali principali e secondarie), sono associati i seguenti range di velocità di flusso libero e capacità per corsia.

Classe	Tipologia strada	Capacità (veic eq/h) per corsia	Vo, Velocità a vuoto (Km/h)
1	Rete autostradale	2000 - 2300	110 - 140
2	Superstrade e tangenziali	2000	70 - 130
3	Rete di rango statale	1500 - 1800	60 - 90
4	Rete di rango provinciale	1200 - 1500	50 - 80
5	Rete urbana principale	1000 - 1200	40 - 60
6	Rete urbana di quartiere	600 - 1000	30 - 40

Tabella 11 - Classificazione funzionale della rete stradale

Per ciascun arco è definita una specifica curva di deflusso, adeguata alle caratteristiche e al rango dello stesso.

Le curve utilizzate sono di tipo esponenziale nella formulazione BPR, il cui andamento è messo in evidenza nel grafico seguente, con tempo a carico espresso sulla base della relazione seguente:

$$TC_E = T_E * [1 + a * (F/C)^b]$$

con:

T_E = tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero

F = flusso orario sull'arco

C = capacità di deflusso oraria dell'arco

a, b = parametri dipendenti dalla categoria dell'arco (come indicato nel grafico seguente).

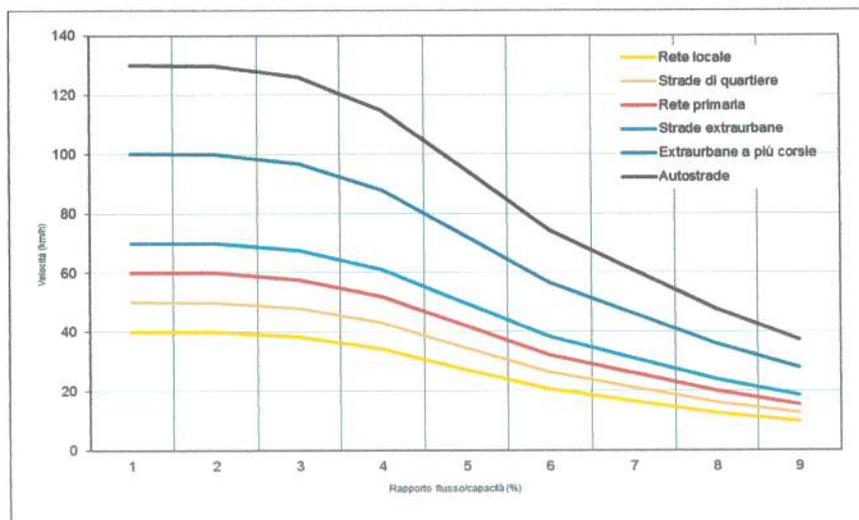


Grafico 1 – Esempio dell'andamento delle funzioni di costo BPR- ambito urbano

Le immagini seguenti schematizzano l'estensione del grafo di rete adottato all'interno del modello di simulazione, per lo scenario attuale.



(Licensed to Giovanni Vescia)

Figura 19 – Estensione del grafo di rete adottato per le successive simulazioni

CSO/1/06

2.5 PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Nella fase di calibrazione, vengono incrociate le informazioni del modello di offerta (grafo) e di domanda (matrice O/D) al fine di riprodurre la realtà osservata durante le indagini di traffico. La matrice O/D è una tabella in cui sono contenute le relazioni tra le varie zone dell'area in esame in termini di veicoli per ora (o per giorno, equivalenti o totali, come nel caso in esame). Per la calibrazione del modello di simulazione è stato utilizzato il modulo ANALYST del software di simulazione CUBE 6: mediante i dati dei rilevii di traffico e degli spostamenti sulla rete autostradale, è stato possibile aggiornare la matrice OD di partenza al fine di riprodurre l'effettivo andamento dei flussi di traffico in attraversamento sull'area di studio.

Il processo di calibrazione iterativo è stato strutturato su 4 livelli di analisi:

- vengono inserite nel grafo di rete le screenline relative ai flussi acquisiti attraverso i dati di traffico rilevati: viene eseguita una prima assegnazione in modo da associare ad ogni screenline (dato rilevato) le OD in transito sull'arco considerato;
- successivamente viene associata alla matrice OD di base una seconda matrice OD con i livelli di confidenza correlati alla matrice base; vengono inoltre calcolati per ogni zona i Trip Ends cioè i totali di riga e di colonna della matrice OD di partenza con i relativi livelli di confidenza.
- allo stesso modo viene associato ad ogni screenline un livello di confidenza: i livelli di confidenza per le screenline e la matrice di base indicano al modello l'attendibilità dei dati utilizzati;
- infine, attraverso l'utilizzo del modulo Analyst vengono analizzati i dati della matrice di partenza, i conteggi di traffico contenuti nelle screenline, i Trip Ends e le informazioni sui percorsi in modo da aggiornare la matrice in input affinché questa si adatti nel miglior modo possibile ai dati di traffico rilevati: per far ciò il modulo Analyst utilizza la funzione di Massima Verosimiglianza per produrre la matrice OD stimata.

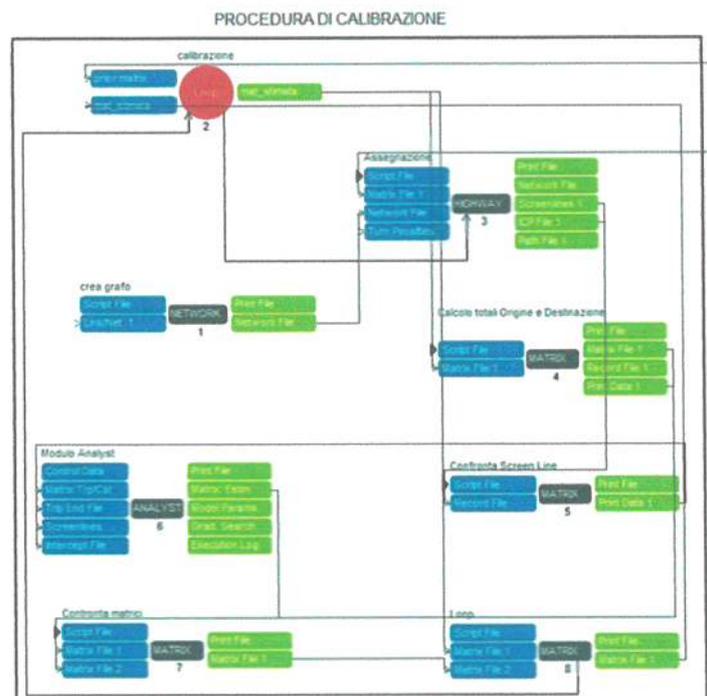


Figura 20 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6

Di seguito si riporta lo scattergram relativo al livello di correlazione raggiunto fra i volumi rilevati ed i volumi calcolati nel modello finale calibrato. L'indice R^2 per le sezioni stradali contenute all'interno dell'area di studio è pari a 1, ciò conferma la bontà del modello nel rappresentare correttamente il regime di circolazione rilevato nell'area di interesse.

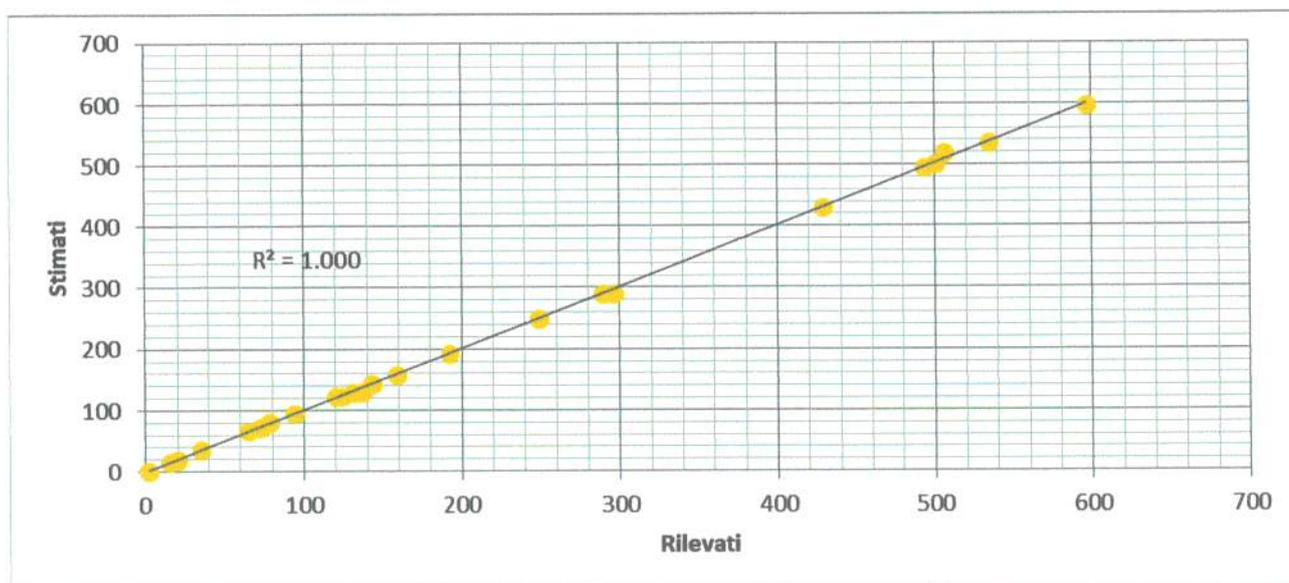


Grafico 2 – Scattergram rete area di studio

Di seguito è riportato il raffronto tra i valori rilevati e stimati dal modello in corrispondenza delle sezioni di monitoraggio utilizzate per calibrare la matrice OD.



Figura 21 – Confronto tra flussi assegnati (in blu) e flussi rilevati (in rosso)

L'affidabilità del modello è stata testata anche mediante la statistica GEH Index (G.E. Havers, 1970), espressa nella forma:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

con M flusso orario simulato dal modello e C flusso orario rilevato nella sezione di conteggio. Il test, simile ad un test chi-quadro, viene impiegato come criterio per la valutazione dell'adeguatezza di un modello di previsione della domanda sulla base di alcune soglie parametriche. Generalmente, nella pratica modellistica, si fa riferimento alle soglie stabilite dal Design Manual for Roads and Bridges redatto dall'Highways Agency britannica:

- $GEH < 5,0$ – si riscontra una buona rispondenza tra flusso modellato e flusso rilevato nella sezione in esame;
- $5,0 < GEH < 10,0$ – sono necessari approfondimenti per la sezione in esame;
- $GEH > 10,0$ – si riscontra la presenza di situazioni problematiche nella modellazione e nella rilevazione del flusso sulla sezione in esame.

In accordo con quanto stabilito dal Design Manual for Roads and Bridges redatto dall'Highways Agency britannica, nella pratica modellistica si considera adeguato un modello di traffico caratterizzato dall'85% delle sezioni di controllo con $GEH < 5,0$.

Il modello implementato rivela un livello di rispondenza ampiamente soddisfacente, testimoniato da:

- $GEH < 5,0$ per il 100% delle sezioni;
- $5,0 < GEH < 10\%$, per lo 0% delle sezioni;
- $GEH > 10,0$ per lo 0% delle sezioni.

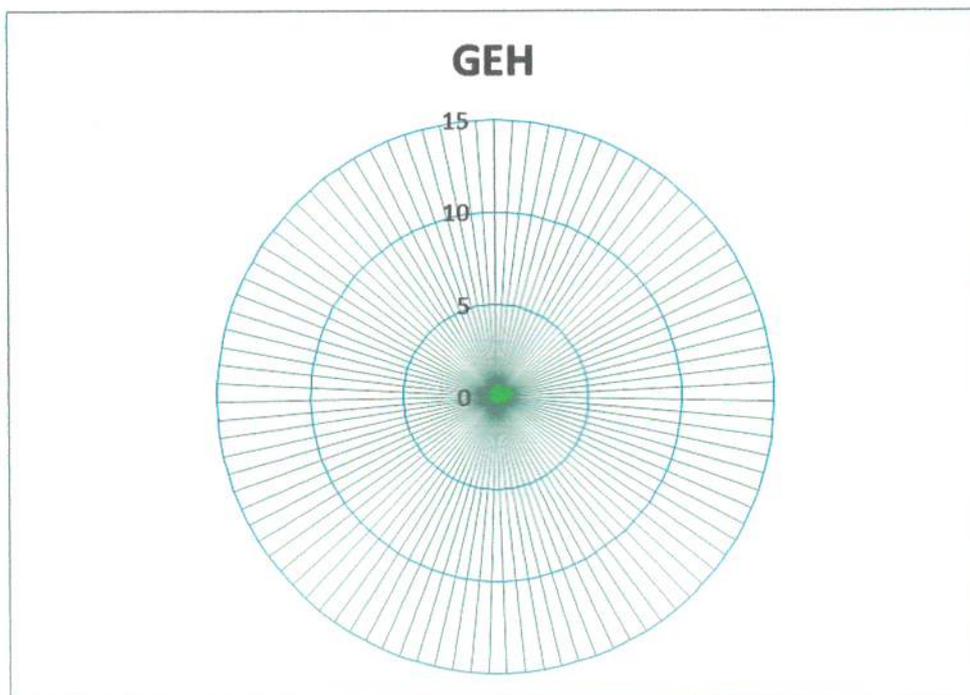


Figura 22 - Diagramma di dispersione GEH

2.5.1 MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE

La procedura di assegnazione dei flussi sulla rete è basata su un algoritmo deterministico di assegnazione con equilibrio dell'utente su rete congestionata. In particolare la procedura prevede la ricerca dei percorsi di minimo costo generalizzato di trasporto tra le origini e le destinazioni, applicando delle funzioni di costo variabili: in tali termini il costo generalizzato di trasporto che si manifesta nel percorrere ogni arco della rete risulta essere funzione del flusso che transita sull'arco stesso.

La doppia relazione esistente tra flusso assegnato sull'arco e costo di percorrenza dello stesso arco rendono indispensabile l'impiego di una procedura di tipo iterativo, tale da garantire per ogni passo di iterazione il calcolo del costo di percorrenza sulla base dei volumi assegnati ai passi precedenti e, in base ad esso, la conseguente assegnazione dei flussi sui percorsi minimi.

Il modello di assegnazione produce l'output del processo componendo i risultati di ogni passo dell'iterazione, controllando la convergenza globale del processo e assicurando il raggiungimento degli obiettivi di minimo costo per gli utenti sull'intera rete.

Il costo generalizzato di percorrenza considerato dal modello di assegnazione è espresso in termini di tempo, ossia il tempo generalizzato di percorrenza è la variabile fondamentale nella ricerca dei percorsi minimi.

L'algoritmo considera due quote di tempo nel definire la percorrenza di un arco stradale:

- Il tempo effettivo di percorrenza T_E , che rappresenta la durata dello spostamento sull'arco stradale ed è definito a partire dalla distanza percorsa e dalla velocità di progetto dell'infrastruttura modellata;
- Il tempo aggiuntivo T_{TAR} , che tiene conto dell'extracosto dovuto all'eventuale presenza di una tariffa, in genere chilometrica, per la percorrenza dell'arco.

In tal modo, il costo generalizzato di percorrenza di un arco modellato è pari a:

$$T = T_E + T_{TAR}$$

con

- $T_E = D/V$, dove D è la distanza in km e V è la velocità di percorrenza di flusso libero in Km/h;
- $T_{TAR} = TAR * D * (1/VET)$, dove TAR è la tariffa espressa in €/km, D è la distanza in km, VET è il valore economico del tempo per l'utente, espresso in €/h.

Il tempo effettivo T_E viene calcolato, pertanto, sulla base della distanza effettiva dell'arco modellato nel grafo e della velocità di percorrenza di flusso libero (FFS) con cui tale arco viene caratterizzato.

Il tempo aggiuntivo T_{TAR} viene calcolato, oltre che sulla distanza chilometrica, sulla base della tariffa applicata all'utente dal gestore dell'infrastruttura e del valore economico del tempo per l'utente.

L'applicazione di un modello per reti congestionate a capacità ristretta impone l'esplicitazione di una funzione di costo che permetta di valutare, a partire da un tempo di percorrenza a vuoto dell'arco, un tempo di percorrenza a carico dipendente dal flusso in transito sullo stesso, che tenga inoltre conto dell'applicazione di eventuali extracosti di percorrenza, tradotti in costi generalizzati di trasporto ed espressi in termini temporali come sopra richiamato, dovuti ad esempio all'applicazione di tariffa di pedaggio.

Essendo come detto, le funzioni di costo assunte di tipo BPR, globalmente si ha:

$$T = T_E * [1 + a * (F/C)^b] + T_{TAR}$$

Successivamente alla ricostruzione della matrice Origine - Destinazione attuate ed alla calibrazione del modello di simulazione, l'assegnazione di tale matrice, relativa all'ora di punta

considerata, ha consentito di ottenere la distribuzione degli spostamenti veicolari compiuti sulla rete di trasporto a servizio dell'intera area di studio.

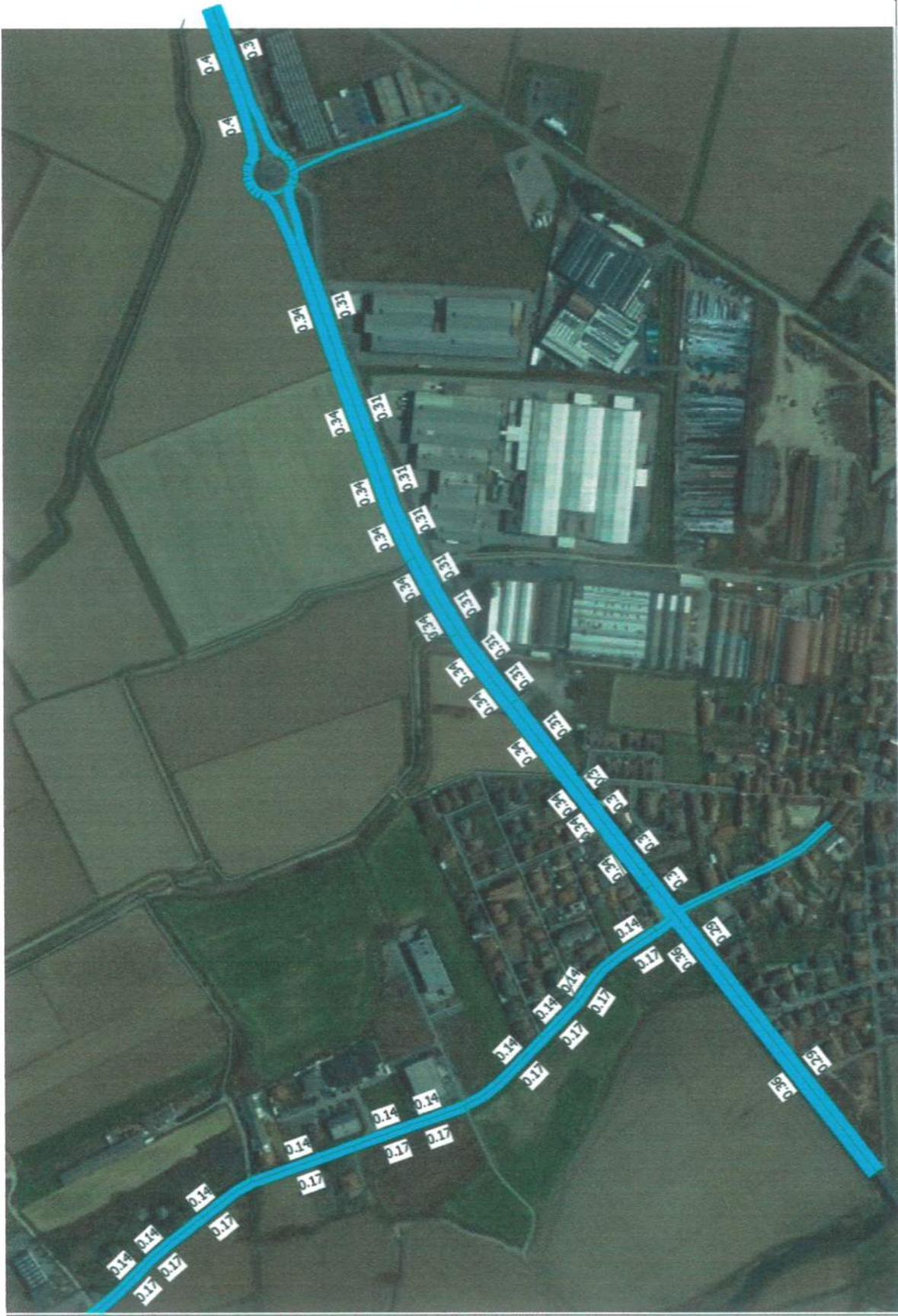
Di seguito si riporta il diagramma di carico e il rapporto flusso capacità su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del volume di spostamenti presenti sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda, direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta del mattino e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

	archi con traffico inferiore a 250 veicoli eq./ora;
	archi con traffico compreso tra 250 e 500 veicoli eq./ora;
	archi con traffico compreso tra 500 e 750 veicoli eq./ora;
	archi con traffico maggiore di 750 veicoli eq./ora.

Analogamente la rappresentazione relativa al rapporto Flusso - Capacità per l'ora di punta del mattino, si basa su 4 range di valori:

	archi con F/C inferiore a 0.5
	archi con F/C compreso tra 0.5 e 0.75;
	archi con F/C compreso tra 0.75 e 1;
	archi con F/C maggiore di 1.



(Licensed to Giovanni Vescia)



Figura 24 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Attuale – HPM

3 ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO

Il primo passo, necessario per valutare la compatibilità del progetto con l'assetto viario più efficace ed adeguato per soddisfare la domanda di mobilità complessiva, è quello di quantificare i movimenti potenzialmente attratti/generati dal nuovo insediamento previsto. Questo scenario considera la realizzazione del progetto in essere. Dal punto di vista della domanda, lo scenario di intervento assume i flussi di traffico dello scenario attuale, unitamente a quelli potenzialmente attratti/generati dall'intervento in esame e degli interventi urbanistici che caratterizzano lo scenario programmatico. Dal punto di vista dell'offerta infrastrutturale, si considera la viabilità in essere nel comparto oggetto di analisi implementata con gli interventi progettuali previsti all'interno degli strumenti urbanistici di programmazione territoriale.

I principali processi metodologici rispetto ai quali sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione e l'analisi modellistica dello scenario d'intervento possono essere schematizzati come di seguito:

- **l'analisi dell'offerta di trasporto:** effettuata attraverso la descrizione puntuale della rete viabilistica contermina all'area di intervento, la verifica degli accessi al comparto per l'utenza e per i veicoli commerciali;
- **la ricostruzione della domanda futura:** effettuata attraverso la stima dei flussi potenzialmente generati/attratti dal nuovo intervento proposto e la ripartizione di questi sulla rete di trasporto dell'area di studio;
- **le verifiche puntuali delle intersezioni:** effettuata mediante l'utilizzo di apposite metodologie di calcolo, al fine di verificare l'impatto sulla rete stradale e sulle intersezioni di maggior importanza derivanti dall'attivazione dell'ambito oggetto di analisi.

3.1 ANALISI DELLO SCENARIO DI INTERVENTO

L'ipotesi di intervento formulata dall'operatore in conformità all'attuazione delle previsioni del vigente PGT comunale, prevede la realizzazione di un nuovo complesso a destinazione principale produttiva, da localizzarsi sulle aree di proprietà del proponente, poste in fregio al tracciato della via Vistarino all'interno della zona industriale del comune di Copiano.

La proposta progettuale prevede la realizzazione di un nuovo edificio con destinazione di magazzino ad uso produttivo-spedizioniere con uffici pertinenziali.

Per le esigenze funzionali ed operative connesse con la tipologia dell'attività che sarà insediata nel magazzino, lo stesso sarà dotato di infrastrutture di servizio adeguatamente strutturate. In particolare, piazzali di manovra, parcheggi e viabilità per mezzi pesanti.

Tali infrastrutture, che avranno il fondo carrabile per automezzi pesanti, costituiranno una superficie impermeabile e saranno dimensionate ed organizzate per rendere agevoli le manovre e la sosta di un consistente numero di automezzi di grandi dimensioni verso le baie di carico/scarico.

L'ampiezza delle aree a pertinenza del capannone e della viabilità interna consentiranno, in caso di emergenza, anche l'agevole circolazione dei mezzi antincendio dei VV.F. e la possibilità di raggiungere qualsiasi punto perimetrale del fabbricato all'interno dell'area.

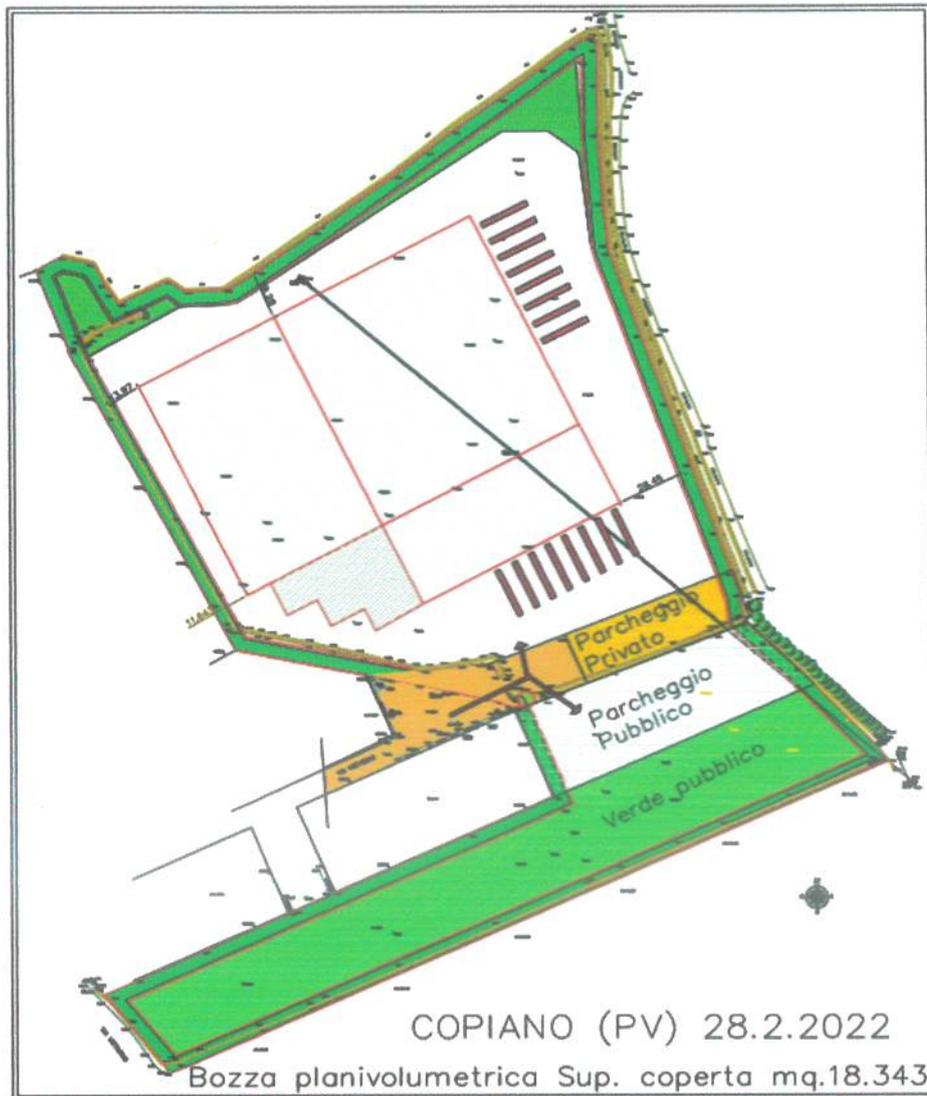


Figura 25 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento

L'accesso all'area di intervento avviene dalla Via Vistarino mediante una intersezione a "T" gestita con segnale di stop per i veicoli che si immettono dal comparto verso la via Vistarino. Dalla via Vistarino è possibile immettersi verso la SP235 connessa all'A1 verso est e all'A7 verso ovest attraverso la tangenziale di Pavia e il relativo raccordo di Bereguardo.

3.2 STIMA DEL TRAFFICO INDOTTO

La realizzazione della presente proposta di intervento rappresenta comunque un elemento di attrattività per il traffico veicolare. Si viene, infatti, a potenziare l'attuale grado di attrazione/generazione di traffico, di cui occorre stimarne l'entità, nonché le rispettive direttrici di provenienza.

La stima dell'indotto veicolare, è stata fatta in coerenza con i dati forniti dall'operatore dedotta da analoghi insediamenti già attivi in Italia e in Europa.

Di seguito si riportano le stime dell'indotto veicolare per l'ambito di trasformazione oggetto di analisi assunte base delle successive analisi viabilistiche:

- Mezzi leggeri - Addetti:
 - Slp di progetto: 18.500 mq;
 - 1 addetto ogni 150 mq di slp;
 - 90% degli addetti utilizzano l'auto;
 - Coefficiente di riempimento pari a 1.2;
 - Incidenza addetti ora di punta: 80%.
 - Numero di veicoli aggiuntivi ora di punta del mattino: 74 veicoli in ingresso;
- Mezzi Pesanti:
 - Slp di progetto: 18.500 mq
 - 3 mezzi giorno ogni 1000 mq di slp;
 - Distribuzione omogenea spostamenti su 10 ore lavorative;
 - Numero di mezzi pesanti aggiuntivi ora di punta del mattino: 12 veicoli di cui 6 in ingresso e altrettanti in uscita.

Complessivamente per l'ora di punta del mattino la presente proposta progettuale genera 74 veicoli leggeri aggiuntivi in ingresso, 12 mezzi pesanti complessivi ripartiti tra ingressi e uscita.

3.2.1 RISULTATI MODELLO DI ASSEGNAZIONE

Relativamente alle direttrici di accesso/uscita dal nuovo intervento in previsione, si assume la seguente la seguente distribuzione ottenuta sulla base del peso attrattore rilevato sulle direttrici di accesso all'area di intervento per le auto, mentre per i mezzi pesanti si assume quale direttrice prevalente la SP235 (50% da est e 50% da ovest).

	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
via Vistarino	265	222	16.6%	14.1%	12	0
SP235 ovest	524	646	32.8%	41.1%	24	0
via Dante	80	67	5.0%	4.3%	4	0
SP235 est	718	537	44.9%	34.2%	33	0
via della Pieve sud	11	99	0.7%	6.3%	1	0
	1'598	1'571			74	0

Tabella 12 - Distribuzione mezzi leggeri

Di seguito si riporta il diagramma di carico e il rapporto flusso/capacità su ciascun arco stradale della rete di trasporto complessiva mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del volume di spostamenti presenti sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda, direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

La rappresentazione fornita, relativa, come detto, all'ora di punta del mattino e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

-  archi con traffico inferiore a 400 veicoli eq./ora;
-  archi con traffico compreso tra 400 e 800 veicoli eq./ora;
-  archi con traffico compreso tra 800 e 1.200 veicoli eq./ora;
-  archi con traffico maggiore di 1.200 veicoli eq./ora.

Analogamente la rappresentazione relativa al rapporto Flusso - Capacità per l'ora di punta del mattino, si basa su 4 range di valori:

-  archi con F/C inferiore a 0.5
-  archi con F/C compreso tra 0.5 e 0.75;
-  archi con F/C compreso tra 0.75 e 1.;
-  archi con F/C maggiore di 1.

Le successive immagini evidenziano come l'area di studio offre un'adeguata accessibilità viaria: l'attivazione della presente proposta progettuale infatti non determinerà nessuna interferenza e nessun incremento di traffico sulla viabilità locale, in quanto i mezzi a servizio del nuovo ambito, e in particolare i mezzi pesanti (autoarticolati), utilizzeranno esclusivamente la viabilità extraurbana anche in relazione alle ottimali connessioni con le arterie di traffico autostradali che favoriscono gli spostamenti sulle lunghe distanze, pertanto il loro impatto sulle aree residenziali dell'abitato di Copiano e dei comuni limitrofi è da ritenersi nullo.



CSUTTOB

(Licensed to Giovanni Vescia)

Figura 26 – Flussogrammi Scenario Intervento – HPM



(Licensed to Giovanni Vescia)

Figura 27 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Intervento – HPM



CAUBO

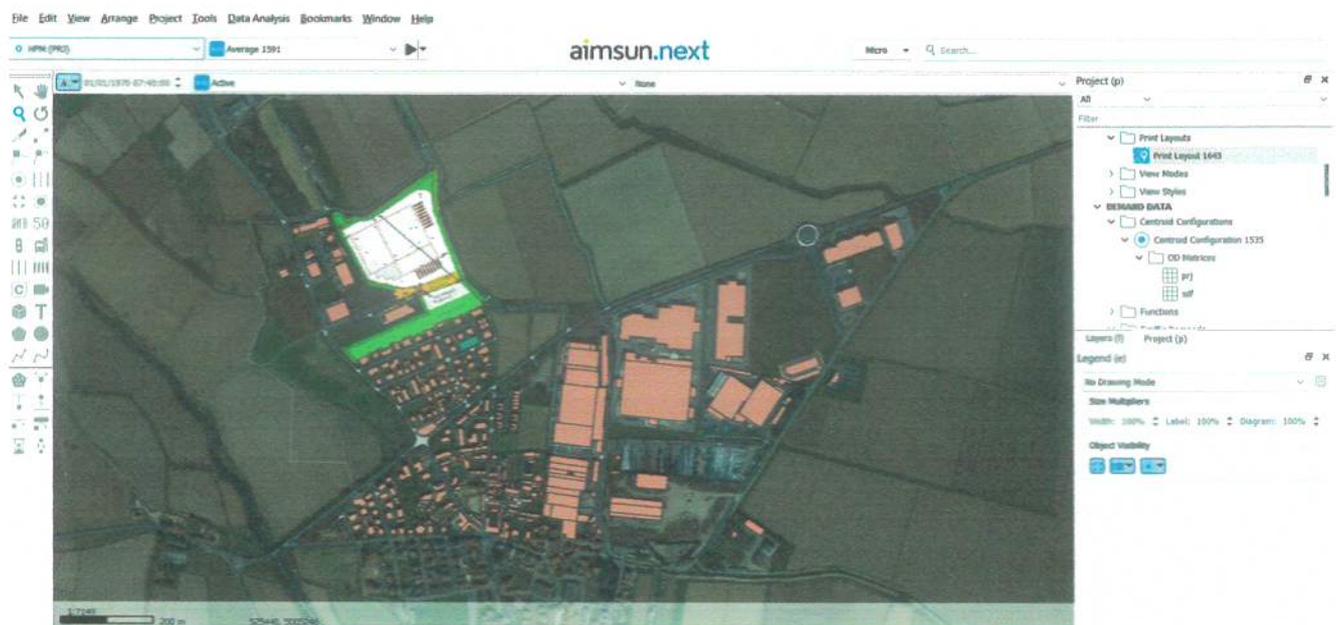
(Licensed to Giovanni Vescia)

Figura 28 – Percorsi di accesso/uscita assegnati all'interno del modello – veicoli equivalenti/h aggiuntivi

4 ANALISI MICROMODELLISTICHE

Sulla base delle risultanze emerse nei paragrafi precedenti, la verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano le soluzioni progettuali proposte sono state effettuate anche mediante un modello di **microsimulazione dinamica** utilizzando il pacchetto software Aimsun.

Il modello di car following implementato da AIMSUN è basato sul modello di Gipps. I parametri del modello di Gipps non sono globali, ma influenzati dai parametri locali che dipendono dal "tipo di guida" (limite di velocità accettato dal veicolo), dalla geometria della sezione, dalle interferenze con i veicoli che si muovono sulle corsie adiacenti, ecc. Esso consta di due componenti principali, accelerazione e decelerazioni. La prima è associata all'intenzione del veicolo di raggiungere la velocità desiderata, la seconda, invece, alle limitazioni imposte al veicolo che cerca di procedere a tale velocità.



Al fine di descrivere in modo oggettivo gli scenari di valutazione analizzati, si è proceduto attraverso il calcolo di una serie di indicatori caratteristici del regime di circolazione registrato.

I parametri di valutazione viabilistica sono espressi in termini di: lunghezza massima degli incolonnamenti registrati, ritardo medio veicolare e livello di servizio al nodo, secondo quanto prescritto dall'Highway Capacity Manual.

Le **intersezioni non semaforizzate**, sono percepite con maggior incertezza da parte degli utenti rispetto alle intersezioni semaforizzate, poiché il ritardo è meno determinabile e questo può ridurre la tolleranza degli utenti rispetto ai tempi di attesa. In questa categoria vengono considerate anche le **intersezioni a rotatoria** che secondo l'HCM, sono dotate di una procedura di calcolo dei ritardi molto simile a quella utilizzata nelle intersezioni a due e più braccia:

- LOS A: racchiude le situazioni con bassissimi ritardi, cioè minori di 10 sec. per veicolo ed una riserva di capacità superiore ai 400 veicoli/ora;
- LOS B: caratterizzato da tempi di attesa ancora molto bassi compresi tra i 10 e i 15 sec. per veicolo ed una riserva di capacità compresa tra i 300 e i 400 veicoli/ora;

- LOS C: descrive le situazioni con ritardo medio crescente e compreso tra 15 e 25 sec. per veicolo. Il numero di veicoli che si fermano è significativo sebbene molti di essi possano ancora transitare per l'intersezione senza arrestarsi;
- LOS D: comprende tempi di attesa compresi tra 25 e 35 sec/veicolo. Gli utenti cominciano ad avvertire gli effetti della congestione;
- LOS E: caratterizzato da ritardi variabili tra i 35 e 50 sec/veicolo e dotato di una riserva di capacità molto bassa con valori al di sotto di 100 veicoli/ora;
- LOS F: comprende tempi di attesa per maggiori di 50 sec/veicolo. Si verificano situazioni in cui i flussi di traffico superano la capacità della corsia, si evidenziano notevoli ritardi e accodamenti in grado di produrre condizioni critiche di congestione. In questo livello si possono anche verificare problemi relativi alla sicurezza dovuti ai comportamenti dei veicoli sulla strada secondaria che scelgono tempi di immissione inferiori a quelli critici.

Di seguito si riporta la tabella dei livelli di servizio validi sia per le intersezioni non semaforizzate che per le rotonde.

Intersezioni NON Semaforizzate e Rotatorie	
LOS	Perditempo [sec]
A	< 10
B	10 - 15
C	15 - 25
D	25 - 35
E	35 - 50
F	> 50

Tabella 13 - LOS Intersezioni Non Semaforizzate e Rotatorie - Fonte HCM

Intersezioni Semaforizzate	
LOS	Perditempo [sec]
A	< 10
B	10 - 20
C	20 - 35
D	35 - 55
E	55 - 80
F	> 80

Tabella 14 - LOS Intersezioni Semaforizzate - Fonte HCM

4.1 RISULTATI MODELLO DI SIMULAZIONE

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati del modello di micro simulazione per lo Scenario di Intervento, riferito all'ora di punta precedentemente individuata, con particolare attenzione ai valori di **perditempo** registrati in ingresso per ogni ramo delle intersezioni analizzate e, di conseguenza, i **livelli di servizio**.

I dati ottenuti derivano da un'assegnazione in modalità multirun (5 iterazioni): in questo modo, il modello esegue l'assegnazione più volte variando i parametri stocastici che caratterizzano gli algoritmi con cui i veicoli vengono immessi sulla rete oggetto di analisi.

I risultati sono quindi rappresentativi di un set di fenomeni dovuti alle mutue combinazioni delle influenze tra i veicoli e dei comportamenti di guida dei loro conducenti (ottenute attraverso la componente stocastica dell'algoritmo) che possono verificarsi nello scenario reale e rappresentativi delle probabili condizioni che possono verificarsi sulla rete.

Le immagini seguenti riportano i risultati delle simulazioni per lo scenario attuale e di progetto considerando i flussi assegnati all'interno del software Aimsun, la densità veicolare e il ritardo medio veicolare sulla rete stradale oggetto di analisi.



Figura 29 – Scenario attuale: F/C



Figura 30 – Scenario di progetto: F/C



Figura 31 – Scenario attuale: densità rete stradale area di studio



Figura 32 – Scenario di progetto: densità rete stradale area di studio



Figura 33 – Scenario attuale: perditempo medio veicolare rete stradale area di studio



Figura 34 – Scenario attuale: perditempo medio veicolare rete stradale area di studio

Di seguito si riportano invece il dettaglio dei risultati delle simulazioni sulle seguenti intersezioni stradali oltre alla viabilità di ingresso/uscita dal comparto in progetto:

- Intersezione 1 – Sp235/S99;
- Rotatoria 2 – SP235/strada della Pieve.



Figura 035 – Intersezioni analizzate

4.1.1 INTERSEZIONE 1: SS45bis / SP11

L'intersezione in esame è gestita mediante impianto semaforico: tutti i rami dell'intersezione presentano un attestamento su unica corsia. È presente un attraversamento pedonale sulla SP 235 protetto da un'apposita fase del ciclo semaforico attuato a chiamata dal pedone.



Figura 36 – Nomenclatura Intersezione 1

4.1.1.1 Analisi dei Perditempo

Di seguito si riportano i valori di perditempo su ogni ramo di ingresso all'intersezione registrati dal modello di simulazione.

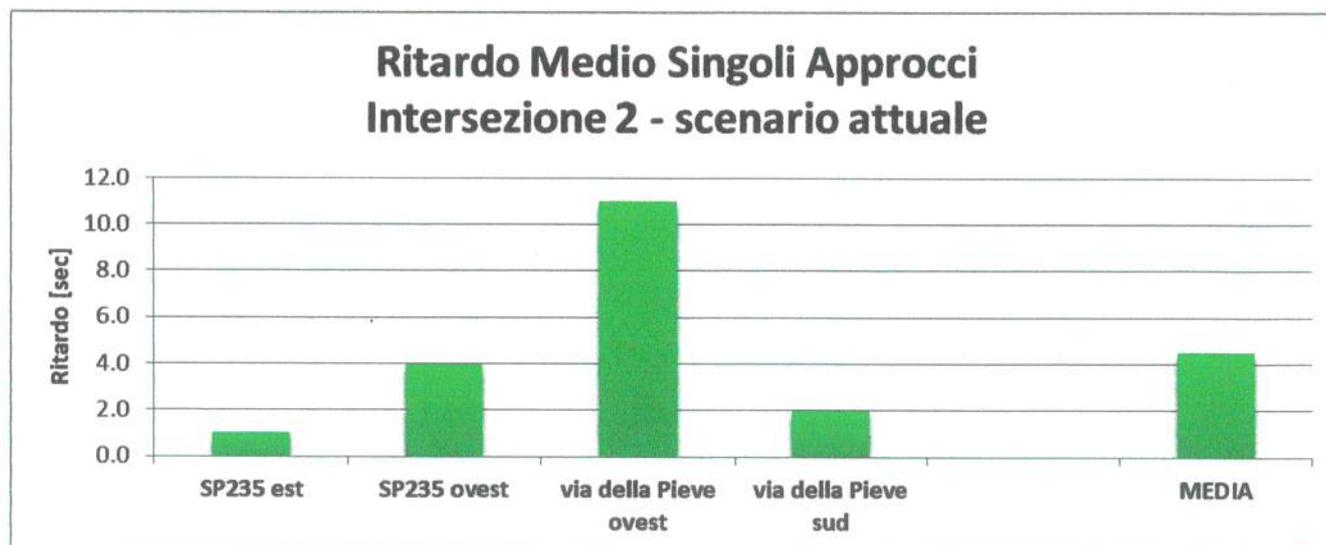


Grafico 03 – Intersezione 1 – Perditempo medio complessivo – scenario attuale

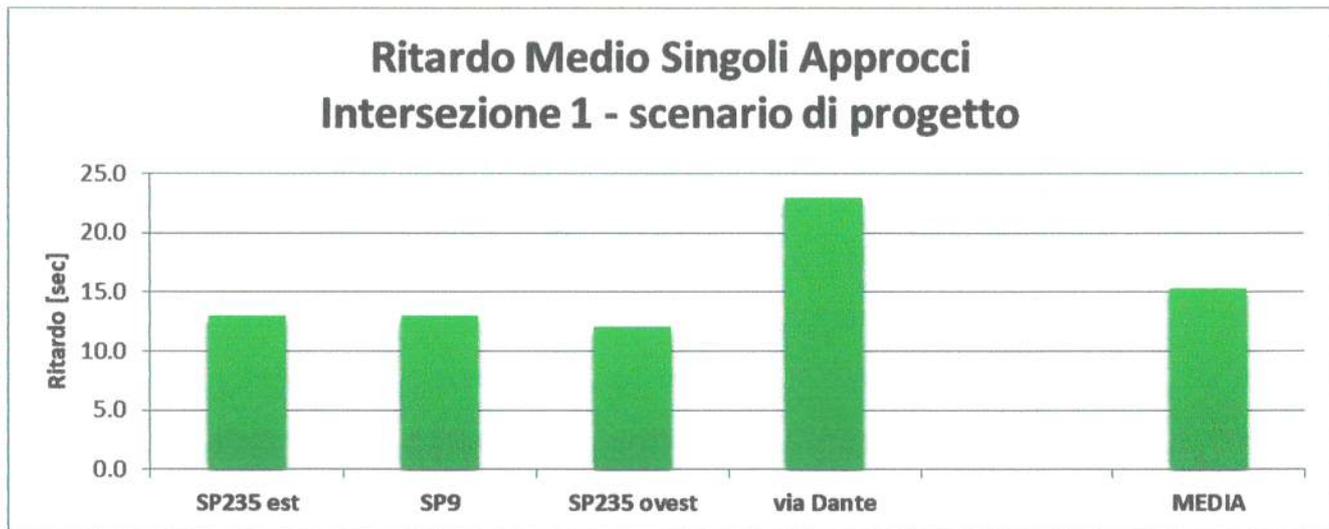


Grafico 04 – Intersezione 1 – Perditempo medio complessivo – scenario di intervento

4.1.1.2 Analisi Livelli di Servizio (LOS)

Si riportano infine, i Livelli di Servizio registrati su ogni ramo di ingresso ed il relativo valore riferito all'intersezione, pesato sui flussi entranti.

INTERSEZIONE 1 Scenario attuale	approccio	Perditempo [sec]	flusso [veh/h]	Perd.*flusso [sec*veh/h]	Los parziale
	SP235 est	12	619	7428	B
	SP9	13	268	3484	B
	SP235 ovest	12	528	6336	B
	via Dante	23	77	1771	C
	Totale		1492	19019	
	media pesata	13 sec	⇒	totale =	B

Tabella 15 - Intersezione 1 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario attuale

INTERSEZIONE 1 Scenario di progetto	approccio	Perditempo [sec]	flusso [veh/h]	Perd.*flusso [sec*veh/h]	Los parziale
	SP235 est	13	651	8463	B
	SP9	13	283	3679	B
	SP235 ovest	12	556	6672	B
	via Dante	23	86	1978	C
	Totale		1576	20792	
	media pesata	13 sec	⇒	totale =	B

Tabella 16 - Intersezione 1 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario di intervento

Come si può dedurre dalla tabella sopra riportata, l'intersezione 1 presenta un livello di servizio complessivo pari a B in entrambi gli scenari analizzati: **l'incremento atteso di traffico generato ed attratto dalla presente proposta progettuale non altera il LOS su questa intersezione.**

4.1.2 INTERSEZIONE 2: SP11 / via IV Novembre

L'intersezione in esame è gestita da un'intersezione a rotatoria (con diametro pari a circa 50 metri) a 3 braccia con precedenza ai veicoli che percorrono l'anello. Tutti gli approcci si configurano a singola corsia in ingresso,

Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.

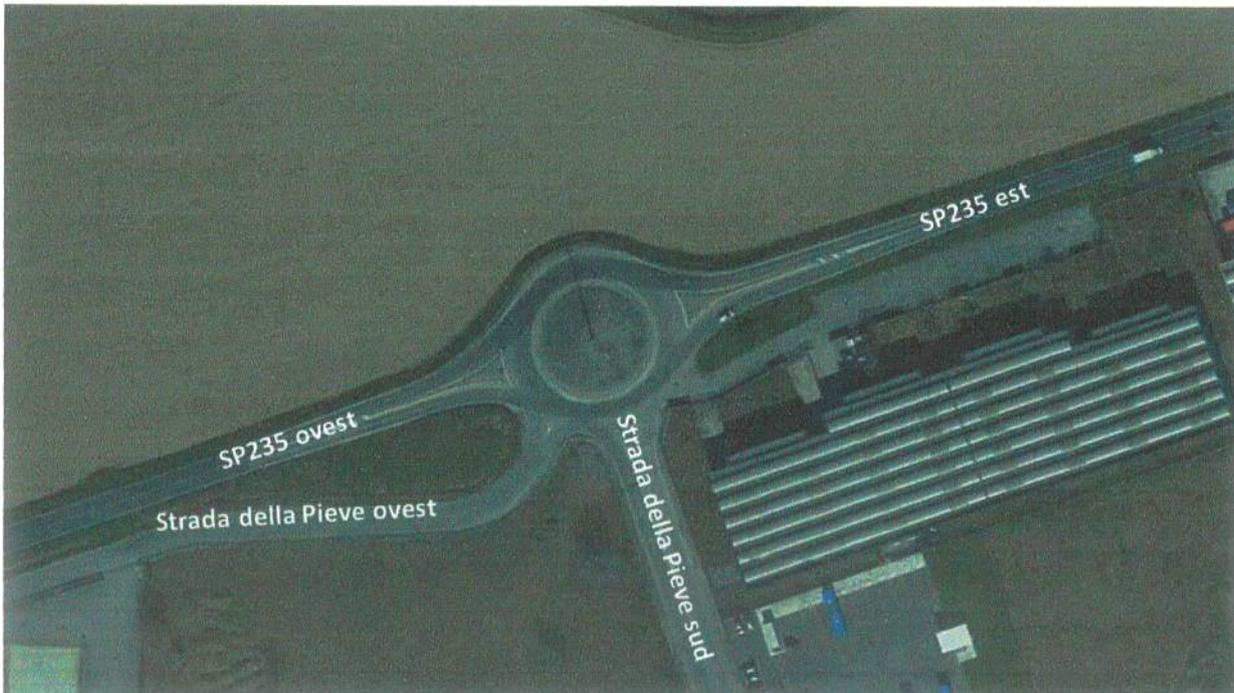


Figura 37 – Nomenclatura Intersezione 2

4.1.2.1 Analisi dei Perditempo

Di seguito si riportano i valori di perditempo su ogni ramo di ingresso all'intersezione registrati dal modello di simulazione.

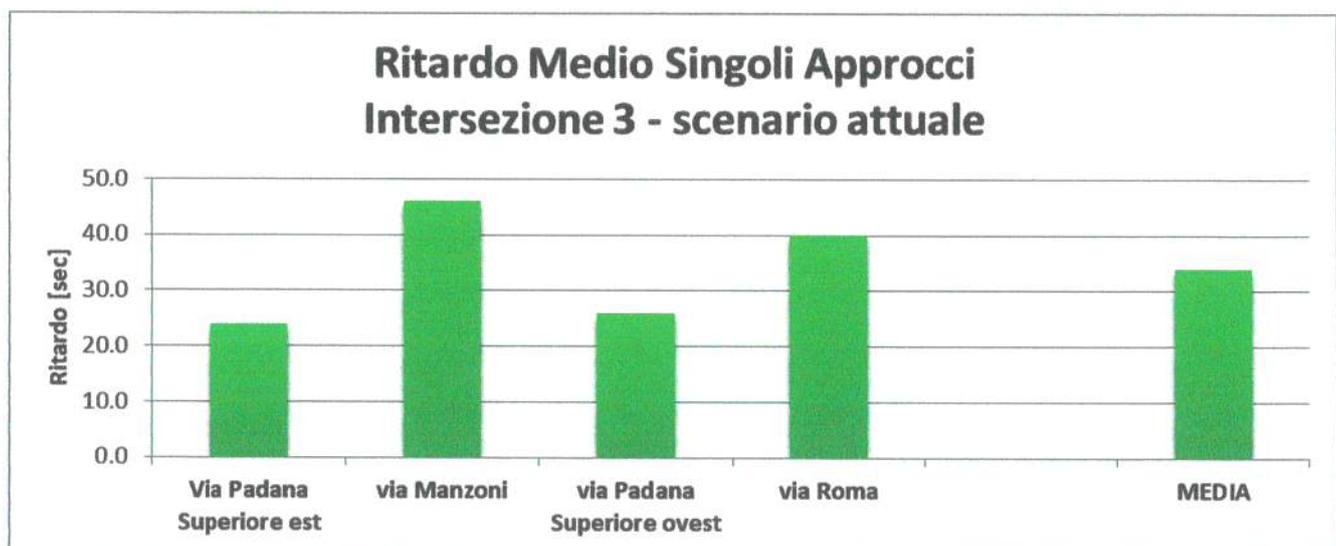


Grafico 05 – Intersezione 2 – Perditempo medio complessivo – scenario attuale

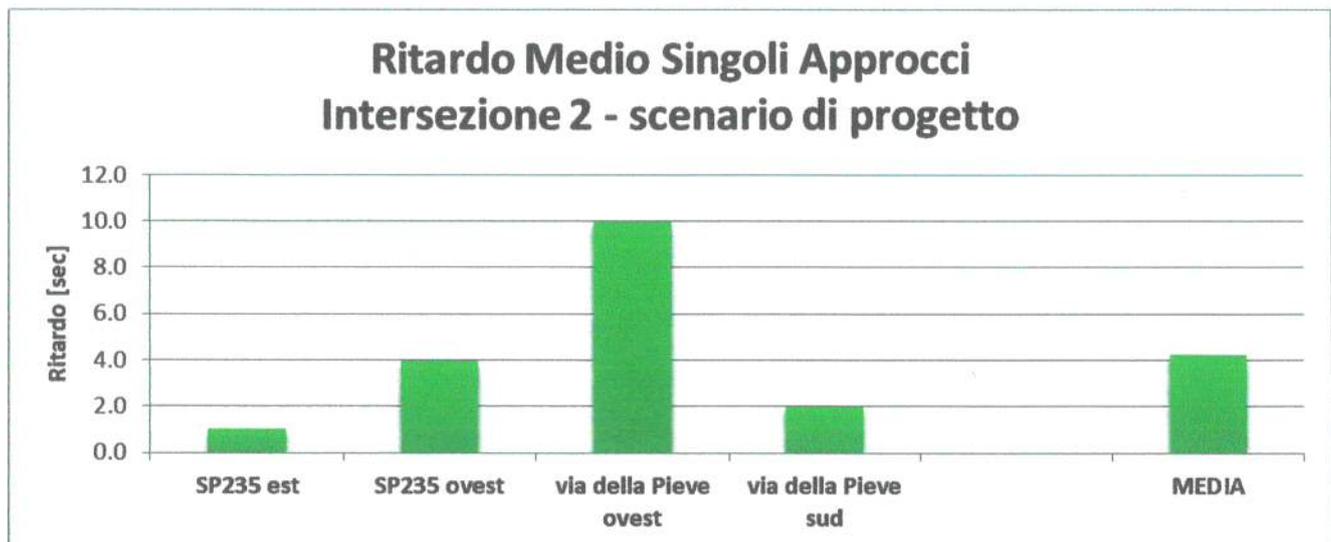


Grafico 06 – Intersezione 2 – Perditempo medio complessivo – scenario di intervento

4.1.2.2 Analisi Livelli di Servizio (LOS)

Si riportano infine, i Livelli di Servizio registrati su ogni ramo di ingresso ed il relativo valore riferito all'intersezione, pesato sui flussi entranti.

INTERSEZIONE 2 Scenario attuale	approccio	Perditempo [sec]	flusso [veh/h]	Perd.*flusso [sec*veh/h]	Los parziale
	SP235 est	1	720	720	A
	SP235 ovest	4	651	2604	A
	via della Pieve ovest	11	7	77	B
	via della Pieve sud	2	10	20	A
	Totale		1388	3421	
	media pesata	2 sec	⇒	totale =	A

Tabella 17 - Intersezione 2 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario di attuale

INTERSEZIONE 2 Scenario di progetto	approccio	Perditempo [sec]	flusso [veh/h]	Perd.*flusso [sec*veh/h]	Los parziale
	SP235 est	1	760	760	A
	SP235 ovest	4	573	2292	A
	via della Pieve ovest	11	4	44	B
	via della Pieve sud	2	10	20	A
	Totale		1347	3116	
	media pesata	2 sec	⇒	totale =	A

Tabella 18 - Intersezione 2 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario di intervento

Come si può dedurre dalla tabella sopra riportata, l'intersezione 2 presenta un livello di servizio complessivo pari ad A in entrambi gli scenari analizzati.

Le analisi evidenziano come l'indotto veicolare generato ed attratto dall'intervento in previsione è ampiamente supportato dai margini di capacità residua delle intersezioni e delle sezioni stradali analizzate: il valore del perditempo medio veicolare, che definisce il Livello di Servizio, resta pressoché invariato in entrambi gli scenari analizzati.

A conferma di ciò, di seguito si riportano alcune schermate estrapolate dal modello di microsimulazione che evidenziano l'andamento del regime di circolazione per lo scenario progettuale rilevato nel modello di microsimulazione.





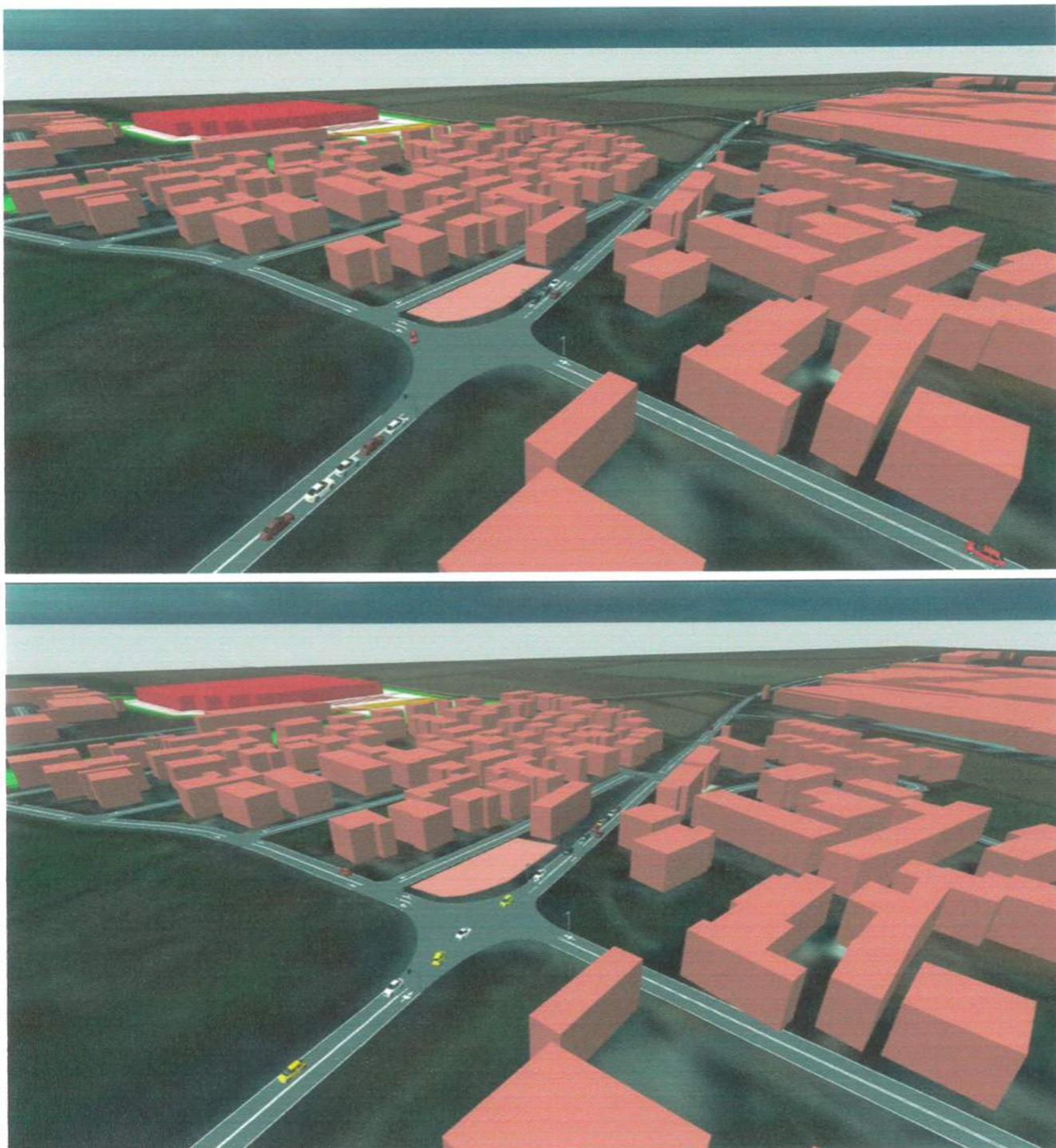


Figura 38 – Regime di circolazione rilevato all'interno del software Aimsun – accesso area di intervento

5 CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto lo scopo di valutare l'impatto viabilistico e le ricadute sulla circolazione indotte dagli automezzi generati ed attratti dalla realizzazione degli interventi edilizi ed infrastrutturali previsti all'interno dell'Ambito di Trasformazione Produttivo ATP01, all'interno della zona industriale del comune di Copiano (PV).

Il nuovo intervento si inserisce in un contesto strategico ai fini dei trasporti delle merci in quanto servito da importanti infrastrutture stradali di interesse locale e sovralocale: l'ingresso e l'uscita dal futuro comparto in previsione avviene direttamente dalla SP9 (via Vistarino in ambito urbano) da cui è possibile immettersi verso la SP235 connessa all'A1 verso est e all'A7 verso Ovest attraverso la tangenziale di Pavia e il relativo raccordo di Bereguardo.



Figura 39 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento

Ciò posto, il presente studio ha perseguito la finalità di analizzare e verificare il funzionamento dello schema di viabilità attuale e futuro, mediante l'ausilio specifici modelli di calcolo, ed assumendo a base di valutazione i scenari temporali di analisi:

- **scenario attuale**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario e al regime di circolazione nell'intorno del comparto interessato dagli interventi previsti;
- **scenario di intervento** finalizzato invece alla stima dei flussi di traffico aggiuntivi generati e attratti dal nuovo insediamento previsto e alla verifica del funzionamento della rete stradale, in relazione allo scenario di domanda e di offerta che si verrà a creare con l'entrata in esercizio dell'intervento proposto (anno 2023).

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante un apposito rilievo di traffico effettuato nel mese di

novembre 2022, con riferimento alla fascia bioraria compresa tra le 07.00 e le 09.00 di un giorno infrasettimanale, dove mediamente si rilevano i valori di picco degli spostamenti sistematici casa – lavoro.

Le analisi di traffico hanno riguardato i principali assi e nodi che saranno interessati dall'indotto veicolare generato/attratto dall'intervento in previsione.

Dopo aver caratterizzato lo scenario attuale, si è quindi provveduto ad implementare lo scenario di intervento caratterizzato dai flussi di traffico generati ed attratti dall'attivazione del nuovo intervento produttivo, assumendo il seguente indotto veicolare per l'ora di punta del mattino: 74 veicoli leggeri aggiuntivi in ingresso, 12 mezzi pesanti complessivi ripartiti tra ingressi e uscita.

Successivamente, dopo aver identificato lo scenario di intervento attraverso l'assegnazione dei flussi di traffico aggiuntivi sulla rete dell'area di studio, si è proceduto alle verifiche di dettaglio delle principali sezioni/intersezioni stradali contermini l'area di intervento: le analisi modellistiche e il relativo confronto tra scenari infrastrutturali hanno permesso di rilevare come le variazioni indotte dal traffico aggiuntivo generato ed attratto dall'intervento oggetto di analisi non alterano il regime di circolazione che si prefigura all'interno dello scenario di attuale: i livelli di servizio degli assi viari risultano compresi tra A e B ad indicare condizioni di circolazione caratterizzate da flusso stabile; l'intersezione semaforizzata che garantisce l'accessibilità al futuro insediamento risulta caratterizzata da elevati valori di residuo di capacità e valori contenuti del perditempo medio veicolare.

Si può affermare pertanto che le variazioni indotte all'attuale regime di circolazione, determinate dall'attivazione delle funzioni urbanistiche previste all'interno della presente proposta progettuale, saranno contenute e, comunque, supportate dalla capacità della rete stradale contermini l'ambito di intervento, ciò esclude l'insorgere di condizioni di congestione del traffico viario, con particolare riguardo ai mezzi pesanti e alle operazioni di carico e scarico, diurne e notturne.

Conclusivamente, si può affermare, sulla base delle analisi, delle verifiche e delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, la compatibilità dell'intervento in esame con l'assetto infrastrutturale attuale e di previsione in quanto produce limitati impatti sul regime di circolazione rilevato.

6 INDICI

6.1 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento	4
Figura 2 – Inquadramento della rete di trasporto - stato di fatto	7
Figura 3 – Regolamentazione della intersezioni	8
Figura 4 – Assi viari in esame	9
Figura 5 – Sezione S1 – SS45 bis –sud	10
Figura 6 – Intersezione analizzata	13
Figura 7 – Intersezione 1 – Foto aerea	14
Figura 8 – Intersezione 1: vista da sud	14
Figura 9 – Intersezione 2 – Foto aerea	15
Figura 10 – Intersezione 2: vista da est	15
Figura 11 – Strumentazione video con palo telescopico	16
Figura 12 – Intersezione rilevata	17
Figura 13 – Esempi di veicoli appartenenti alle classi veicolari “Moto”, “Leggeri” e “Pesanti”	17
Figura 14 - Intersezione 1 – sezioni rilevate	18
Figura 15 - Intersezione 2 – sezioni rilevate	24
Figura 16 – Identificazione sezioni accesso area di studio	30
Figura 17 – Flussi sezioni accesso area di studio – Veic/h	30
Figura 18 – Flussi sezioni accesso area di studio – Veic/h	31
Figura 19 – Estensione del grafo di rete adottato per le successive simulazioni	34
Figura 20 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6	35
Figura 21 – Confronto tra flussi assegnati (in blu) e flussi rilevati(in rosso)	37
Figura 22 - Diagramma di dispersione GEH	38
Figura 23 – Flussoigrammi Scenario Attuale – HPM	41
Figura 24 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Attuale – HPM	42
Figura 25 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento	44
Figura 26 – Flussoigrammi Scenario Intervento – HPM	47
Figura 27 – Rapporto Flusso/Capacità Scenario Intervento – HPM	48
Figura 28 – Percorsi di accesso/uscita assegnati all'interno del modello – veicoli equivalenti/h aggiuntivi	49
Figura 29 – Scenario attuale: F/C	52
Figura 30 – Scenario di progetto: F/C	53
Figura 31 – Scenario attuale: densità rete stradale area di studio	53
Figura 32 – Scenario di progetto: densità rete stradale area di studio	54
Figura 33 – Scenario attuale: perditempo medio veicolare rete stradale area di studio	54
Figura 34 – Scenario attuale: perditempo medio veicolare rete stradale area di studio	55
Figura 035 – Intersezioni analizzate	56
Figura 36 – Nomenclatura Intersezione 1	57
Figura 37 – Nomenclatura Intersezione 2	59
Figura 38 – Regime di circolazione rilevato all'interno del software Aimsun – accesso area di intervento	63
Figura 39 – Inquadramento territoriale - localizzazione area di intervento	64

6.2 INDICE DELLE FOTO

Foto 1 – S2 – SP235 ovest	11
Foto 2 – S3 – via Dante dir sud	11
Foto 3 – S4 – SP235 est	12

6.3 INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Intersezione 1 - Flussi disaggregati per 15 minuti	19
Tabella 2 – Intersezione 1 – Flussi postazione 1	20
Tabella 3 – Intersezione 1 – Flussi postazione 2	21
Tabella 4 – Intersezione 1 – Flussi postazione 3	22
Tabella 5 – Intersezione 1 – Flussi postazione 4	23
Tabella 6 – Intersezione 2 - Flussi disaggregati per 15 minuti	25
Tabella 7 – Intersezione 2 – Flussi postazione 1	26
Tabella 8 – Intersezione 2 – Flussi postazione 2	27
Tabella 9 – Intersezione 2 – Flussi postazione 3	28
Tabella 10 – Intersezione 2 – Flussi postazione 4	29
Tabella 11 – Classificazione funzionale della rete stradale	32
Tabella 12 - Distribuzione mezzi leggeri	45
Tabella 13 - LOS Intersezioni Non Semaforizzate e Rotatorie - Fonte HCM	51
Tabella 14 - LOS Intersezioni Semaforizzate - Fonte HCM	51
Tabella 15 - Intersezione 1 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario attuale	58
Tabella 16 - Intersezione 1 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario di intervento	58
Tabella 17 - Intersezione 2 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario di attuale	60
Tabella 18 - Intersezione 2 – Livelli di servizio (LOS) – Scenario di intervento	60