



PROGRAMMA INTEGRATO D'INTERVENTO, ZONA RE 11 – AMBITO
DI VIA GORIZIA

STUDIO DI TRAFFICO – GENNAIO 2023

Programma Integrato d'Intervento Zona RE 11 – Ambito di via Gorizia

Indice

1. Premessa.....	3
2. Organizzazione dello studio e metodologia adottata	3
3. Definizione dell'Area di Studio	4
4. Scenario Attuale.....	5
4.1. Offerta di trasporto.....	5
4.2. La domanda di mobilità.....	6
4.2.1. I rilievi di traffico.....	6
4.2.2. Analisi dei dati rilevati	7
4.2.3. Confronto fra i dati 2019 e i dati 2022.....	11
4.3. Analisi relative alle prestazioni della rete	12
4.3.1. Grafo di rete.....	13
4.3.2. Domanda di Mobilità	14
4.3.3. Calibrazione del Modello di Simulazione.....	15
4.3.4. Analisi Modellistiche	16
5. Scenario di Riferimento	19
5.1. Variazioni nel Sistema di offerta	20
5.2. Variazioni nel sistema di domanda.....	21
5.3. Risultati delle analisi modellistiche dello Scenario di Riferimento	22
6. Scenario di Progetto.....	25
6.1. Variazioni nel Sistema di offerta	26
6.2. Variazioni nel sistema di domanda.....	27
6.3. Risultati delle analisi modellistiche dello Scenario di Progetto.....	28
6.4. Analisi comparata delle emissioni inquinanti prodotte dal traffico veicolare.....	32
7. Conclusioni.....	34

1. Premessa

Il presente documento illustra le risultanze delle analisi trasportistiche condotte da *Redas Engineering* in riferimento alle trasformazioni previste nel Programma Integrato di Intervento per la Riqualificazione Urbanistica dell'ambito di via Gorizia nel Comune di Paderno Dugnano.

Lo studio aggiorna le risultanze delle analisi trasportistiche già condotte nel 2019 e nel 2022 sul medesimo ambito e fa riferimento ad uno Scenario di Progetto aggiornato in cui possa essere contemplata anche la possibilità di realizzare una RSA in due edifici di progetto, al posto di parte delle residenze ivi previste.

Per valutare gli effetti indotti sulla viabilità contermine a seguito delle suddette trasformazioni urbanistiche, sono stati analizzati i seguenti scenari:

- **Scenario Attuale:** con l'obiettivo di fornire un'analisi volta a caratterizzare gli attuali spostamenti che insistono sull'area oggetto di analisi;
- **Scenario di Riferimento:** finalizzato alla verifica del funzionamento della rete viaria nella configurazione futura secondo le trasformazioni già adottate;
- **Scenario di Progetto:** finalizzato alla verifica del funzionamento della rete viaria nella configurazione di progetto.

La stima dei flussi di traffico sulla rete è stata realizzata avvalendosi di un **modello di micro-simulazione** del traffico, utile a stimare le condizioni di circolazione risultanti dall'interazione tra il sistema della domanda ed il sistema dell'offerta di trasporto che caratterizzano il bacino territoriale di riferimento.

2. Organizzazione dello studio e metodologia adottata

Nell'ambito del presente studio, *Redas Engineering* ha programmato e realizzato una serie di fasi di lavoro, strettamente collegate tra di loro, che hanno consentito di delineare il quadro attuale della mobilità stradale nell'area esaminata e stimare le prestazioni del sistema dello Scenario di Progetto.

In particolare, si individuano le seguenti fasi di lavoro:

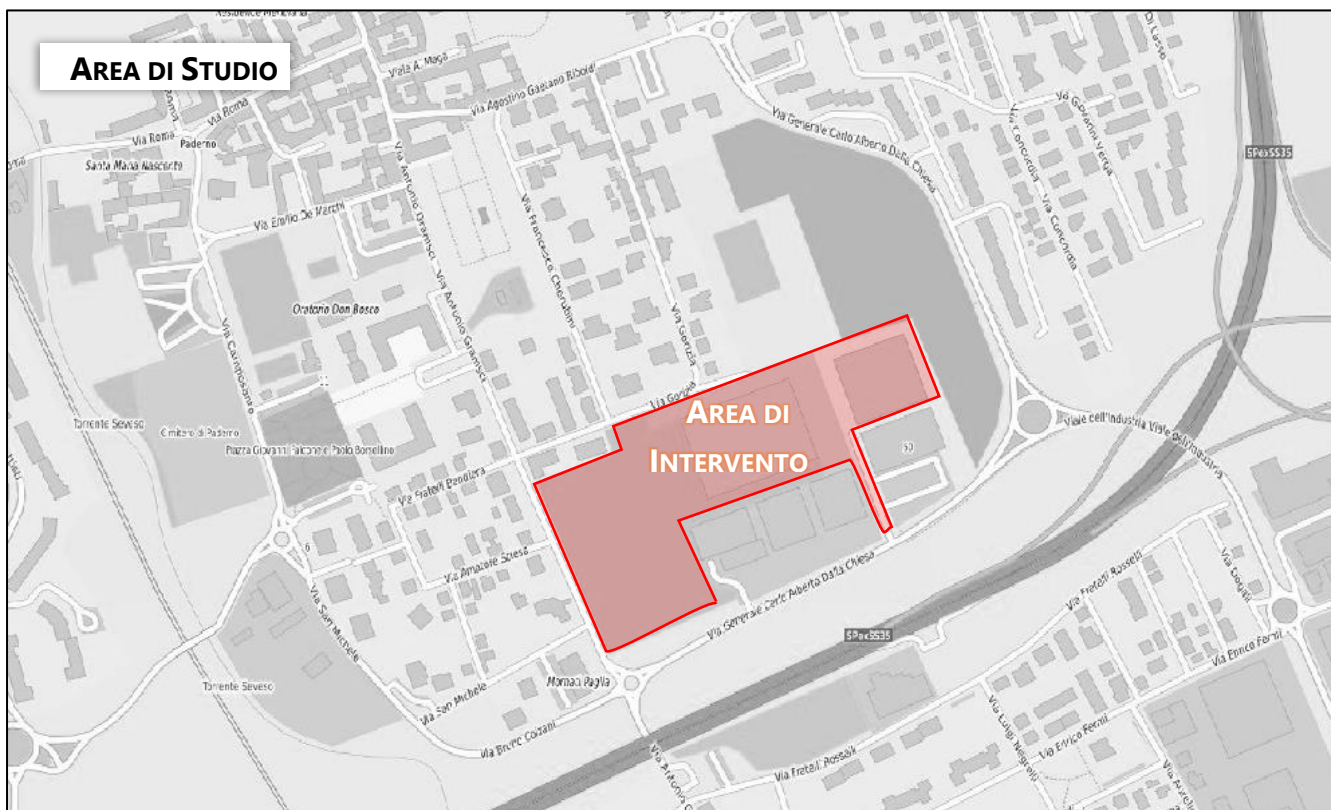
- Analisi del contesto e definizione dell'area di studio;
- Acquisizione dei dati relativi all'offerta di trasporto nello Stato Attuale;
- Ricostruzione della domanda di mobilità nello Stato Attuale, attraverso il monitoraggio dei flussi di traffico;
- Individuazione delle fasce orarie maggiormente critiche per il sistema viario analizzato;
- Implementazione del modello di simulazione rappresentativo dello Stato Attuale del sistema di trasporto oggetto di studio, mediante l'utilizzo del software specialistico Aimsun;
- Calibrazione e validazione del modello allo Stato Attuale, in modo che esso replichi quanto più fedelmente possibile i dati di traffico rilevati sul campo;
- Implementazione del modello di simulazione rappresentativo della configurazione ipotetica di progetto;
- Predisposizione di appositi output rappresentativi del grado di congestione e dei principali indicatori del deflusso veicolare nelle fasce orarie di maggiore criticità;
- Analisi dei risultati e confronto degli indicatori ottenuti per i diversi scenari analizzati.

3. Definizione dell'Area di Studio

L'ambito oggetto di riqualificazione urbanistica è localizzato nella zona meridionale del Comune di Paderno Dugnano e specificatamente nell'area compresa tra via Carlo Alberto Dalla Chiesa, via Gramsci e via Gorizia.

In funzione della localizzazione dell'area di intervento, degli obiettivi prefissati, di una prima analisi del sistema infrastrutturale a servizio della mobilità (configurazione della rete stradale, caratteristiche geometrico-funzionali degli assi e delle intersezioni) e di una complessiva valutazione della mobilità, è stata individuata l'area di studio secondo quanto rappresentato in Figura 1.

Figura 1 – Definizione dell'area di studio e dell'area di intervento



4. Scenario Attuale

Lo Scenario Attuale è stato caratterizzato mediante le seguenti attività:

- Ricostruzione dell'offerta di trasporto mediante l'estrazione del grafo della rete stradale;
- Ricostruzione della domanda attuale mediante l'analisi dei flussi rilevati tramite apposita campagna di monitoraggio.

Rispetto al 2019, nell'Area di Studio si rilevano le seguenti differenze:

- **attualmente risulta realizzata e attiva la MSV** attigua al comparto RE11, che nel 2019 era stata ipotizzata attiva nello Scenario di Progetto di Breve Periodo;
- **è temporaneamente chiuso al traffico il sovrappasso ferroviario** che collega l'Area di Studio con la porzione sud-ovest del Comune di Paderno Dugnano.

I flussi rilevati nella campagna di monitoraggio del traffico veicolare, condotta nel 2022, riflettono le suddette condizioni e, in particolare:

- comprendono già il traffico generato e attratto dalla MSV, a meno dell'aliquota di scambio con gli ambiti di nuova realizzazione, RE 11 e RE 3. Tale aliquota avrà comunque un'incidenza minima rispetto all'indotto totale della MSV, data la distanza minima percorribile a piedi o con mezzi non motorizzati;
- i livelli di traffico sulla viabilità a servizio dell'Area di Intervento sono ridotti a causa della chiusura del sovrappasso ferroviario, che inibisce l'attraversamento in direzione est-ovest della porzione sud dell'Area di Studio.

Poiché, come dettagliato al paragrafo 4.2, la possibilità di utilizzare il sovrappasso ferroviario comporta un incremento dei flussi di traffico nell'area di intervento, **le analisi modellistiche sono state riferite alla configurazione più critica, che prevede che il sovrappasso ferroviario sia aperto.**

4.1. Offerta di trasporto

L'offerta di trasporto è rappresentata dall'insieme delle infrastrutture e dei servizi che consentono alle persone di spostarsi sul territorio, utilizzando mezzi propri o pubblici, e/o di trasportare merci da un luogo ad un altro.

Per la definizione dell'offerta di trasporto allo Stato di Fatto sono state in primo luogo acquisite le cartografie disponibili, di tipo open source e web, quali OpenStreetMap e Google Map/Earth, che hanno consentito di ricostruire la topologia di massima della rete. Queste informazioni sono state integrate con quelle acquisite mediante sopralluogo sul campo utile a verificare, fra l'altro, i sensi di percorrenza degli assi, la regolamentazione delle intersezioni e tutti gli altri elementi necessari a descrivere con esattezza il sistema infrastrutturale a servizio dell'area di studio. Il sopralluogo non ha evidenziato particolari criticità infrastrutturali.

In estrema sintesi, i principali elementi relativi alla rete stradale dell'area di studio possono essere sintetizzati nei seguenti:

- l'asse viario principale di via Carlo Alberto dalla Chiesa, che racchiude lungo il lato sud-est l'area di studio e che si configura come un'arteria di scorrimento sulla quale si realizzano per lo più spostamenti di medio-lungo raggio;
- via Gramsci, di caratteristiche simili a via Carlo Alberto dalla Chiesa che, sviluppandosi in direzione nord-sud, interseca quest'ultima nell'estremo sud-

ovest dell'area di studio, in un incrocio regolamentato da una rotatoria a 4 braccia;

- l'asse di via Camposanto che si sviluppa a ovest, parallelamente a via Gramsci, confluendo su via San Michele-via Bruno Colzani, quest'ultima costituente il ramo ovest della rotatoria suddetta;
- una seconda rotatoria localizzata nell'estremo sud-est dell'area di studio, a 3 braccia ma più ampia della prima, che regolamenta l'intersezione fra via Carlo Alberto dalla Chiesa e viale dell'Industria;
- via Gorizia che, a differenza della viabilità su descritta, si configura come viabilità locale a diretto servizio delle residenze e delle attività che sorgono lungo essa.

Via Camposanto e via San Michele si incrociano in una rotatoria a 3 braccia, di cui il terzo braccio è rappresentato dal sovrappasso ferroviario che collega l'area di studio con la zona sud-ovest del Comune di Paderno Dugnano.

Allo stato attuale, come premesso, il suddetto sovrappasso ferroviario è temporaneamente chiuso al traffico e il collegamento è garantito dai passaggi a livello di via Roma e via Guglielmo Pepe – via Gaspare Rotondi, posti più a nord.

4.2. La domanda di mobilità

Al fine di ricostruire esaurientemente la domanda di mobilità nell'area studio, si è fatto riferimento ai dati derivanti da:

- la campagna di monitoraggio automatico dei flussi veicolari presso 9 sezioni stradali, condotta nel 2019 (epoca pre-pandemia);

- i rilievi manuali delle manovre di svolta alle principali intersezioni;
- una campagna di monitoraggio automatico dei flussi veicolari presso 11 sezioni stradali, condotta nel 2022 presso tutte le 9 sezioni monitorate nel 2019 e 2 punti di controllo aggiuntivi utili a chiudere il cordone dell'Area di Studio allargata rispetto allo studio precedente.

Nei successivi paragrafi si riportano le risultanze delle indagini condotte nel 2022 ed il confronto con i dati raccolti nella campagna precedente.

4.2.1. I rilievi di traffico

Nel gennaio 2022 è stata condotta una campagna di monitoraggio automatico del traffico veicolare presso le 11 sezioni stradali, rappresentate in Figura 2. Tali rilievi, effettuati in periodo post-pandemico, possono essere rappresentativi dello Stato Attuale della rete dell'area anche ad oggi.

Il monitoraggio ha consentito di ottenere informazioni quantitative sui carichi veicolari classificati aggiornati, che impegnano l'infrastruttura stradale esaminata nei diversi giorni della settimana e nelle varie ore di ciascun giorno.

Per tale attività sono stati impiegati apparecchi a tubi pneumatici, ideali per misurazioni in ambito urbano, su strade anche congestionate e soggette ad accodamenti.

I rilievi sono stati realizzati per **7 giorni consecutivi**, da sabato 15 a venerdì 21 gennaio, presso le sezioni indicate in Figura 2, individuate sulle strade di accesso/uscita all'area di studio e sulle principali arterie della viabilità interna.

Tabella 1 – Andamento Giornaliero orario – Volumi di Traffico

	VOLUMI BI-DIREZIONALI											Totale
	Sez. 01	Sez. 02	Sez. 03	Sez. 04	Sez. 05	Sez. 06	Sez. 07	Sez. 08	Sez. 09	Sez. 10	Sez. 11	
0.00 - 1.00	17	87	68	37	36	21	11	35	25	6	38	381
1.00 - 2.00	4	38	36	16	14	3	6	12	5	1	11	146
2.00 - 3.00	4	18	19	10	9	5	7	8	2	1	11	94
3.00 - 4.00	1	18	20	2	3	4	0	3	7	3	2	63
4.00 - 5.00	2	27	22	11	8	8	3	9	7	3	9	109
5.00 - 6.00	12	131	118	71	64	24	33	64	18	16	48	599
6.00 - 7.00	44	463	388	230	207	71	118	212	76	29	137	1.975
7.00 - 8.00	126	1.570	1.374	599	525	223	350	631	245	100	505	6.248
8.00 - 9.00	158	1.562	1.317	580	507	231	325	584	288	78	491	6.121
9.00 - 10.00	142	1.119	870	529	449	210	234	470	277	76	403	4.779
10.00 - 11.00	144	1.082	795	575	481	227	201	415	220	63	386	4.589
11.00 - 12.00	152	1.108	861	596	509	242	205	484	226	63	396	4.842
12.00 - 13.00	153	1.171	936	555	428	211	183	452	184	59	413	4.745
13.00 - 14.00	128	1.131	910	470	384	164	186	377	147	58	305	4.260
14.00 - 15.00	128	1.191	957	509	417	184	219	451	144	56	364	4.620
15.00 - 16.00	157	1.180	882	625	513	251	235	502	241	71	424	5.081
16.00 - 17.00	186	1.382	1.073	748	625	315	281	629	264	86	504	6.093
17.00 - 18.00	278	1.618	1.372	853	686	440	400	798	281	70	655	7.451
18.00 - 19.00	245	1.431	1.153	737	594	390	269	668	312	81	558	6.438
19.00 - 20.00	154	993	815	505	391	205	188	376	187	42	345	4.201
20.00 - 21.00	66	492	407	219	179	92	63	183	89	38	148	1.976
21.00 - 22.00	44	328	280	132	113	63	56	124	81	27	114	1.362
22.00 - 23.00	34	231	195	90	82	41	40	84	38	9	69	913
23.00 - 24.00	26	143	129	54	52	29	30	52	25	5	60	615
	2.405	18.514	14.997	8.753	7.276	3.654	3.643	7.623	3.389	1.041	6.396	77.691

Le sezioni monitorate presentano flussi di traffico diversi a seconda della funzione della strada.

Le sezioni poste sulla viabilità principale, quali la nr. 02 – via Generale Carlo Alberto dalla Chiesa e la nr. 03 – via dell'Industria, sono quelle più trafficate nell'arco della giornata, con flussi medi monodirezionali pari rispettivamente a 9.250 e 7.500 veicoli/giorno/direzione.

Volumi decisamente inferiori si registrano lungo la viabilità locale quale via Gorizia (sez. 01), via Colzani (sez. 07) e via Gramsci a nord di via Generale C.A. dalla Chiesa (sez. 06, 09 e 10), con volumi inferiori ai 2.500 veicoli/giorno/direzione.

In Tabella 2 sono riportati i flussi di traffico rilevati nelle due direzioni presso le sezioni di indagine, con la relativa percentuale dei veicoli pesanti (> 35 q.li).

L'area di studio non risulta interessata da flussi rilevanti di mezzi pesanti. La sezione che presenta il maggior carico di mezzi pesanti è quella posta su via dell'Industria, con percentuali pari al 3% del volume giornaliero totale che, nell'ora di punta serale arrivano al 4,5% nella direzione di marcia in attestamento alla rotatoria.

Tabella 2 - Flussi di traffico – Traffico giornaliero totale e percentuale di mezzi pesanti

VOLUMI E % PESANTI - giorno: MARTEDI				
Sezione	Localizzazione	Direzione	Flussi	% pesanti
01	Via Gorizia	Via Gramsci	1.327	0,5%
		Via Cherubini	1.078	0,4%
02	Via Generale Carlo Alberto Dalla Chiesa	Nord	9.005	2,0%
		Sud	9.509	1,7%
03	Via dell'Industria	Cusano Milanino	7.550	3,1%
		Paderno Dugnano	7.447	3,0%
04	Via Generale Carlo Alberto Dalla Chiesa	Ovest	4.616	0,7%
		Est	4.137	1,2%
05	Via Generale Carlo Alberto Dalla Chiesa	Est	3.659	1,4%
		Ovest	3.617	0,6%
06	Via Gramsci, a nord di Via Colzani	Sud	1.404	0,3%
		Nord	2.250	1,1%
07	Via Colzani	Est	2.417	1,9%
		Ovest	1.226	0,6%
08	Via Gramsci, a sud di Via Colzani	Cusano Milanino	3.972	0,7%
		Paderno Dugnano	3.651	1,1%
09	Via Gramsci, a nord di Via De Marchi	Sud	1.366	0,1%
		Nord	2.023	0,3%
10	Via Gramsci, a nord di Via De Marchi	Senso unico direzione sud	1.041	0,6%
11	Via Camposanto, a nord di Via De Marchi	Nord	4.291	1,3%
		Sud	2.105	0,8%

In *Figura 3* vengono confrontati gli andamenti orari dei flussi di traffico delle sezioni n. 04, 05 e 07, localizzate lungo **via Generale Carlo Alberto dalla Chiesa – via Colzani**.

Dai grafici si nota che, mentre le sezioni 04 e 05 risultano abbastanza bilanciate nelle due direzioni di marcia durante quasi tutta la giornata, la sezione 07 presenta uno sbilanciamento continuo evidente a favore della direzione Est, mentre la direzione ovest è mediamente scarica.

Tale condizione è imputabile alla chiusura del sovrappasso ferroviario, che riduce temporaneamente l'attrattività della porzione sud-ovest dell'Area di Studio.

In *Figura 4* vengono presentati gli andamenti orari dei flussi di traffico delle sezioni n. 08, 06 e 09, localizzate lungo **via Gramsci**.

La sezione 08, localizzata a sud di via Generale C.A. dalla Chiesa, denota flussi di traffico nettamente superiori rispetto alle altre due sezioni localizzate più a nord. Ciò è indicativo di un forte scambio fra il ramo sud di via Gramsci e via Generale C.A. dalla Chiesa.

I grafici mostrano la netta direzionalità dei flussi su tutte le 3 sezioni di via Gramsci, con picchi serali in direzione Nord, nella fascia oraria 17.00-18.00 o 18.00-19.00 nel caso della sezione 09 più interna, e picchi mattutini in direzione opposta nella fascia oraria 7.00-8.00.

Figura 3 – Andamento orario flussi di traffico – Sezioni lungo via Generale Carlo Alberto dalla Chiesa

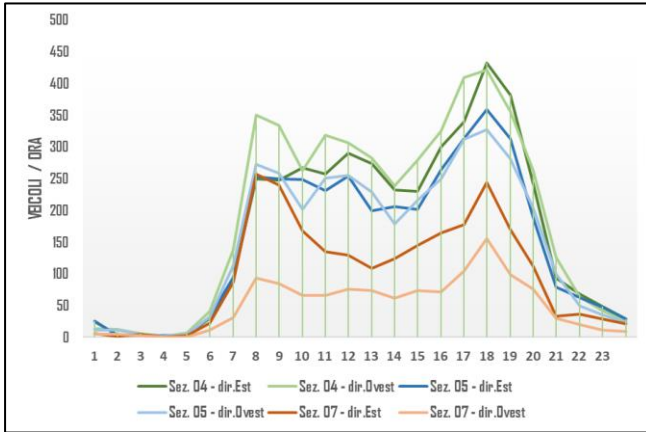
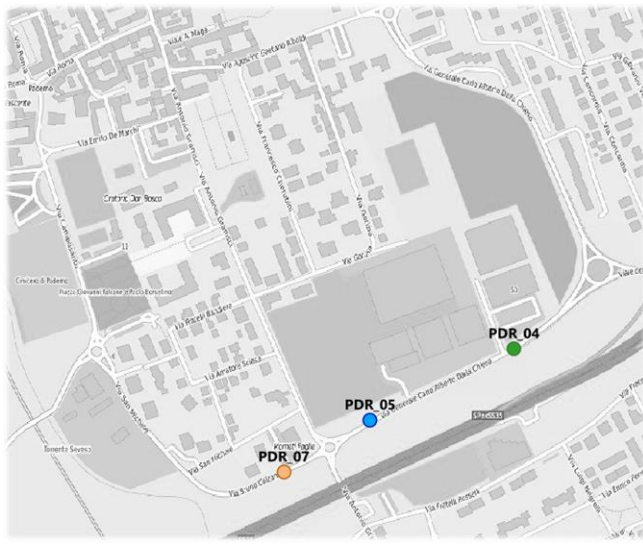
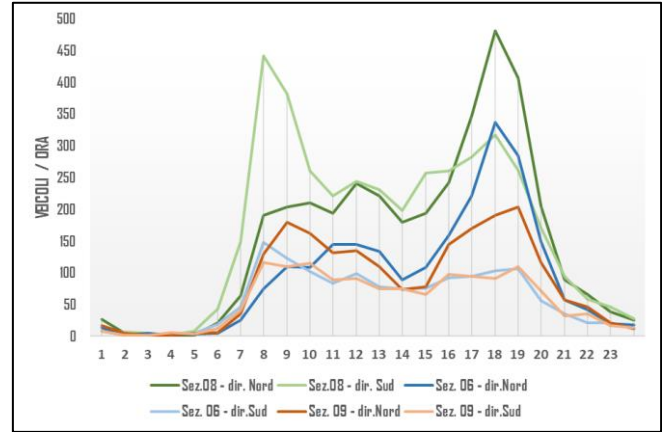
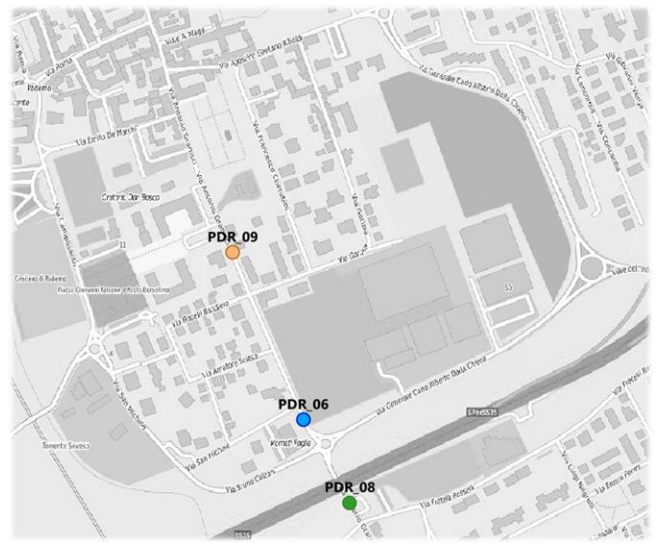


Figura 4 – Andamento orario flussi di traffico – Sezioni lungo via Gramsci



In considerazione del fatto che non vi sono stati interventi nell'area né tantomeno eventi di carattere esogeno che possano aver determinato una variazione estremamente importante della domanda di mobilità nell'area, si è ritenuto di poter utilizzare gli stessi dati di input anche per l'aggiornamento del precedente studio di traffico (primavera 2022) e l'integrazione di alcune ipotesi alternative di sviluppo nello scenario di progetto.

4.2.3. Confronto fra i dati 2019 e i dati 2022

Nella Tabella 3 si riportano i valori dei flussi di traffico giornalieri, riferiti al giorno feriale più carico, rilevati presso le 9 sezioni di indagine realizzate in entrambe le campagne di monitoraggio, 2019 e 2022.

Si nota come i volumi giornalieri rilevati nel 2022 sono tutti più bassi rispetto a quelli risultanti per il 2019.

Ciò è imputabile alla chiusura del sovrappasso ferroviario che inibisce temporaneamente gli spostamenti di attraversamento della porzione sud dell'area di studio, "traslandoli" verso la porzione più a nord, dove sono localizzati gli attraversamenti ferroviari alternativi a quello chiuso, rappresentati dai passaggi a livello di via Roma e via Guglielmo Pepe – via Gaspare Rotondi.

La sezione che risente maggiormente della chiusura del sovrappasso ferroviario è la n. 07, localizzata su via Colzani, che rappresenta proprio la connessione fra la viabilità principale a servizio dell'area di intervento e la tratta stradale chiusa. In particolare, in direzione ovest si registra una riduzione dell'80,6%.

La viabilità meno influenzata dalla temporanea chiusura del sovrappasso è naturalmente quella più distante da esso, su cui sono localizzate le sezioni n. 02 e 03. In particolare, presso queste due sezioni si rileva una riduzione del flusso giornaliero pari rispettivamente a -10,6% e -12,3%.

Mediamente, i flussi giornalieri 2022 sono più bassi di quelli rilevati nel 2019 del 33,4%, mentre nell'ora di punta tale riduzione è più contenuta e pari al 23,2%.

Tabella 3 – Confronto fra i flussi di traffico giornalieri 2019 e 2022

Flussi di traffico giornalieri - Giorno feriale più carico					
Sezione	Localizzazione	Direzione	Flussi 2019	Flussi 2022	Variazione %
01	Via Gorizia	Via Gramsci	2.678	1.327	-50,4%
		Via Cherubini	1.475	1.078	-26,9%
02	Via Generale Carlo Alberto Dalla Chiesa	Nord	10.253	9.005	-12,2%
		Sud	10.448	9.509	-9,0%
03	Via dell'Industria	Cusano Milanino	8.643	7.550	-12,6%
		Paderno Dugnano	8.448	7.447	-11,8%
04	Via Generale Carlo Alberto Dalla Chiesa	Ovest	6.710	4.616	-31,2%
		Est	6.709	4.137	-38,8%
05	Via Generale Carlo Alberto Dalla Chiesa	Est	6.734	3.659	-45,7%
		Ovest	6.729	3.617	-46,2%
06	Via Gramsci, a nord di Via Colzani	Sud	1.995	1.404	-29,6%
		Nord	3.076	2.250	-26,9%
07	Via Colzani	Est	8.210	2.417	-70,6%
		Ovest	6.322	1.226	-80,6%
08	Via Gramsci, a sud di Via Colzani	Cusano Milanino	6.136	3.972	-35,3%
		Paderno Dugnano	5.338	3.651	-31,6%
09	Via Gramsci, a nord di Via De Marchi	Sud	1.818	1.366	-24,9%
		Nord	2.462	2.023	-17,8%

4.3. Analisi relative alle prestazioni della rete

L'analisi dell'interazione fra offerta di trasporto e domanda di mobilità, nello Stato Attuale, è stata condotta con l'ausilio del **software di simulazione del traffico Aimsun**.

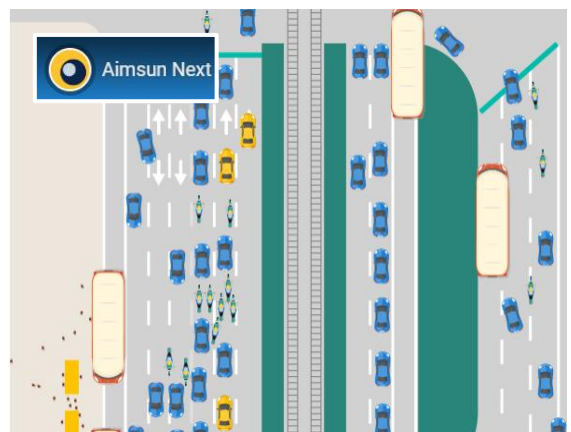
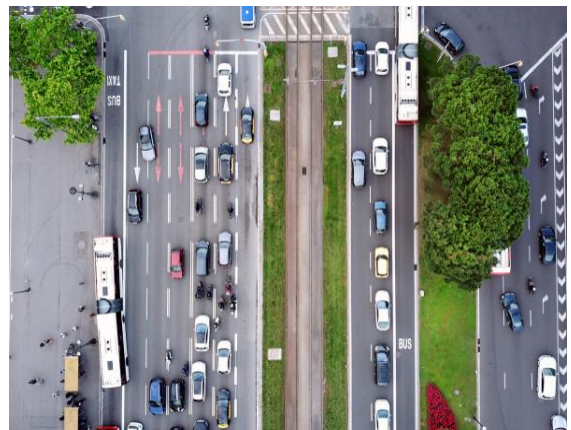
Questo strumento implementa in sé una piattaforma di modelli che consente di analizzare caratteristiche e performance di sistemi di trasporto anche complessi, sia a livello generale che nel dettaglio.

Nel caso specifico, **il modello di micro-simulazione** è stato necessario per:

- Ottenere una **stima della matrice O/D**, rappresentativa della mobilità dell'area di studio, a partire dai dati di traffico derivanti dall'attività di monitoraggio automatico;
- **Valutare a livello microscopico la qualità del deflusso veicolare** in riferimento ad ogni elemento della rete, mediante la stima di parametri rappresentativi quali la densità veicolare, il ritardo medio, la lunghezza delle code, la velocità di percorrenza;
- **Analizzare le ricadute che l'intervento in progetto potrebbe determinare** nell'area di studio, in termini di efficienza della rete stradale, rispetto ai nuovi livelli di traffico;
- **Analizzare l'efficienza della rete** interna, di nuova realizzazione, a servizio del comparto.

Il modello di micro-simulazione implementato è stato calibrato e validato ricorrendo alla valutazione di statistiche test mirate, nonché della restituzione video-grafica delle dinamiche del moto.

Si ribadisce che **lo Scenario Attuale è stato ricostruito in riferimento alla configurazione con sovrappasso aperto**, in quanto risulta più critica per l'Area di Studio.



4.3.1. Grafo di rete

La costruzione del modello di offerta comporta la rappresentazione schematica delle caratteristiche fisiche e organizzative della stessa, in modo da sintetizzare gli aspetti rilevanti in termini quantitativi.

In *Figura 5* è riportato il grafo di rete rappresentativo del sistema di offerta allo Stato Attuale, in cui sono evidenti:

- gli archi della viabilità principale e secondaria;

- i 10 **“centroidi di zona”**, rappresentativi delle origini e destinazioni degli spostamenti (9 rappresentativi di altrettanti ambiti urbani e il decimo rappresentativo della MSV). I centroidi sono stati opportunamente collegati alla rete con archi fittizi di generazione e/o attrazione, attraverso cui i veicoli vengono immessi in rete o escono da essa dopo aver compiuto il percorso loro assegnato nell’ambito del modello di scelta del percorso.

Figura 5 – Scenario Attuale – Grafo di rete



4.3.2. Domanda di Mobilità

Il modello di domanda, rappresentativo della mobilità che si realizza nell'ora di punta **17:00 – 18:00** del giorno feriale più carico, è costituito da un set di matrici O/D, ciascuna riportante il numero di spostamenti realizzati da una specifica classe veicolare nel periodo di riferimento.

La stima delle matrici O/D è stata elaborata a partire dalle stime già prodotte nell'ambito dello studio del 2019, aggiornate tenendo conto delle risultanze della nuova campagna di monitoraggio, condotta nel 2022.

Quest'ultima, pesando opportunamente i nuovi flussi rispetto ai precedenti rilevati con il sovrappasso aperto, ha supportato l'aggiornamento dell'indotto della MSV e del traffico nella porzione dell'area non compresa nel precedente studio.

La *Tabella 4* e la *Tabella 5* riportano i volumi originati e destinati, per ogni centroide, rispettivamente per i veicoli leggeri e per i veicoli commerciali/pesanti. Ai fini della stima della matrice rappresentativa dei veicoli leggeri, è stato assunto un coefficiente di equivalenza per le moto pari a 0,5.

Sfruttando la funzionalità del software Aimsun, che consente di assegnare contemporaneamente più matrici O/D rappresentative delle diverse categorie veicolari, è stato possibile implementare il modello di domanda in relazione alla classificazione dei flussi effettivamente rilevata. In tal modo si evita di trasformare i mezzi pesanti in autovetture equivalenti, riuscendo a simulare in maniera puntuale l'interazione dei diversi mezzi, nell'ambito della corrente veicolare in cui essi si inseriscono, in funzione delle loro caratteristiche reali quali ad esempio ingombro, performances o tempi di reazione.

Tabella 4 – Scenario Attuale – matrice O/D veicoli leggeri – Ora di Punta 17:00-18:00



VEICOLI LEGGERI - MATRICE O/D - 17:00-18:00										
	O1	O2	O3	O4	O6	O7	O8	O9	MSV	Totale
	-	381	54	32	13	34	-	101	54	668
	409	-	15	36	22	36	-	14	55	686
	49	2	-	149	63	92	-	169	14	539
	55	28	44	-	7	-	-	-	12	146
	-	6	16	-	10	50	-	-	9	92
	6	11	49	29	-	88	-	23	46	251
	8	9	21	93	30	-	-	16	12	189
	3	2	1	-	-	-	-	-	1	7
	219	112	177	-	29	-	-	-	48	585
MSV	17	6	46	18	36	16	-	25	-	164
Totale	765	557	423	356	210	317	-	448	249	3.326

Tabella 5 – Scenario Attuale – matrice O/D veicoli commerciali e pesanti – Ora di Punta 17:00-18:00

VEICOLI MERCI E PESANTI - MATRICE O/D - 17:00-18:00										
	O1	O2	O3	O4	O6	O7	O8	O9	MSV	Totale
	-	15	2	1	-	1	-	4	-	22
	60	-	3	3	7	-	-	19	-	92
	7	2	-	6	3	1	-	14	-	33
	1	1	2	-	-	-	-	-	-	4
	-	-	2	-	1	1	-	-	-	5
	1	1	3	1	-	5	-	-	-	10
	1	1	2	4	2	-	-	-	-	10
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	9	9	-	-	-	-	-	-	30
MSV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale	82	27	22	16	13	7	-	37	-	205

4.3.3. Calibrazione del Modello di Simulazione

Il modello di simulazione è stato calibrato e validato in modo che replicasse le condizioni di circolazione ed i carichi che insistono sui diversi elementi nella **configurazione con il sovrappasso ferroviario aperto**.

Poiché attualmente tale tratta è chiusa al traffico, al fine di replicare la suddetta configurazione si è fatto riferimento ai flussi rilevati nel 2019, risultati mediamente più elevati su tutte le sezioni rispetto ai valori rilevati nel 2022 con la strada chiusa.

Ai 9 punti di controllo realizzati nel 2019 sono state aggiunte le due nuove sezioni necessarie ad ampliare l'area modellata, riponderandone i flussi in modo da renderli congruenti con la configurazione analizzata.

Ai fini validativi sono stati condotti due diversi test statistici:

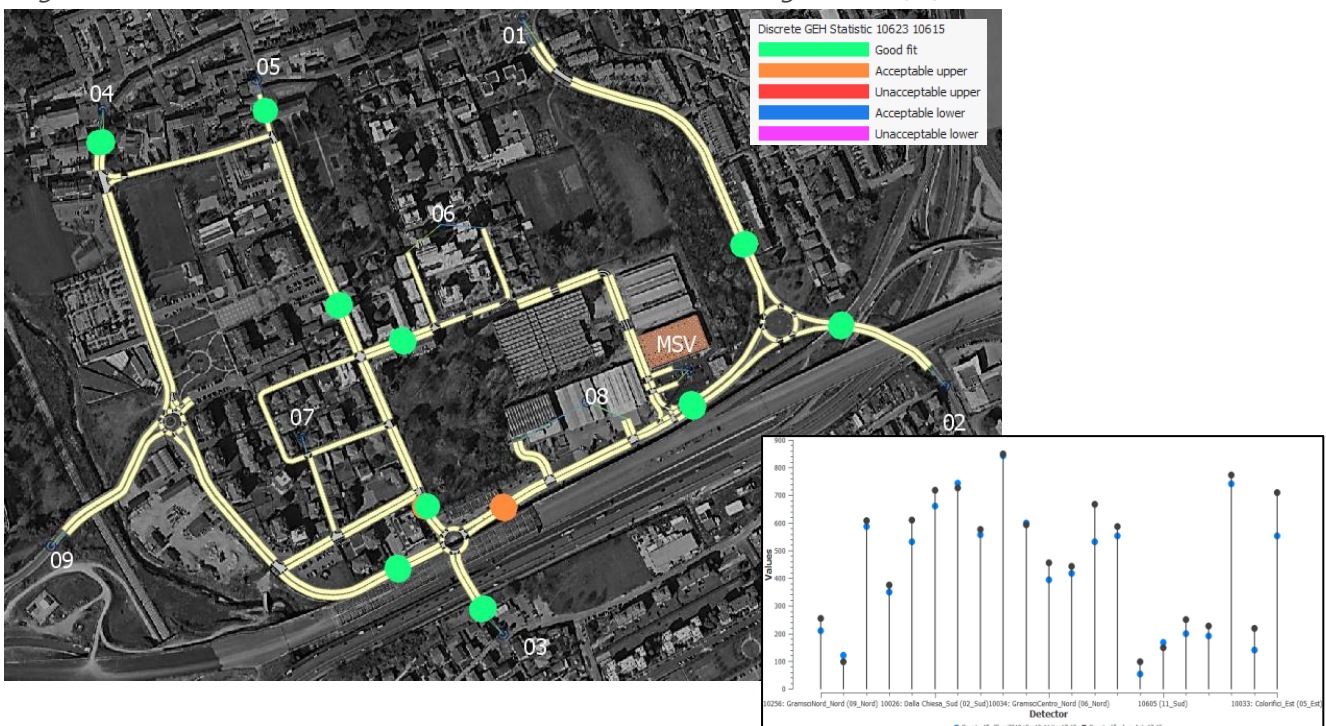
- l'**analisi di regressione**, che offre una misura globale del livello di accostamento fra volumi rilevati e flussi assegnati dal modello, sintetizzata dal coefficiente di regressione R^2 ;

- la **Statistica GEH**, atta a restituire il livello di fit sulla singola sezione di rilievo. La formulazione matematica del GEH è simile ad un test chi-quadro, anche se non si configura come una vera e propria statistica, ma piuttosto come una formula empirica che offre interessanti risultati.

L'analisi di regressione ha restituito un $R^2=0,96$, mentre il GEH test è risultato <10 sul 100% delle sezioni e <5 su oltre l'85% delle sezioni monitorate, evidenziando un **buon accostamento** fra dato simulato e dato osservato sulle sezioni stradali monitorate.

La *Figura 6* riassume graficamente il livello di accostamento ottenuto sui diversi punti di controllo. Considerando che i dati su cui è stato calibrato il modello sono frutto di riponderazione, necessaria per replicare una configurazione diversa da quella attuale (con sovrappasso ferroviario aperto), si ritengono accettabili gli sconti minimi che permangono su 3 delle 23 corsie totali. Fra l'altro tali sconti sono da ritenersi conservativi, in quanto il modello replica valori dei flussi superiori a quelli rilevati riponderati.

Figura 6 – Calibrazione del modello di simulazione – Analisi di Regressione (R^2) e Statistica GEH



4.3.4. Analisi Modellistiche

Una volta calibrato e validato il modello di simulazione, mediante l'applicazione dell'algoritmo di assegnazione con processo dinamico (approccio microscopico) è stato possibile ottenere:

- La **distribuzione dei carichi veicolari** sui vari elementi della rete;
- Il valore assunto dai principali indicatori del deflusso veicolare, necessari per le **analisi di funzionalità** richieste.

L'analisi delle condizioni di traffico nell'ora di punta dalle ore 17:00 alle ore 18:00 ha evidenziato come, allo Stato di Fatto, non si

registrino particolari criticità nei livelli di traffico e, di conseguenza, nel deflusso veicolare.

In particolare, lungo la viabilità principale, costituita da via Generale C.A. dalla Chiesa e via dell'Industria, si registrano volumi mediamente superiori ai 600 veic/h/direzione.

La viabilità interna, al contrario, restituisce volumi limitati, mediamente inferiori a 300 veic/h/direzione, a meno della direzione nord della tratta di via Gramsci compresa fra la rotatoria e via Gorizia.

Figura 7 – Scenario Attuale – Flussi di traffico assegnati nell'ora di punta



Densità Veicolare

Il traffico veicolare risulta mediamente contenuto, con bassi valori della densità veicolare, inferiori ai 25 veic/km sull'intera rete analizzata, a meno degli anelli rotatori e di due tratte in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani.

Figura 8 – Scenario Attuale – Densità veicolare [veic/km]



Ritardo medio

I valori stimati per gli indicatori del ritardo medio sono contenuti sull'intera rete stradale.

Si registra un perditempo più elevato, ma del tutto accettabile, al ramo sud di via Gramsci e sulla tratta di via dalla Chiesa in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani.

Figura 9 – Scenario Attuale – Ritardo medio [sec]



Accodamento medio

Il modello non evidenzia situazioni di code sulla rete analizzata.

Figura 10 – Scenario Attuale – Accodamento medio [veic]



Velocità media

La velocità media è buona sull'intera rete.

Al netto di qualche rallentamento agli attestamenti più battuti, non si osservano cadute significative della velocità di percorrenza che risulta >30 km/h su gran parte della rete.

I valori assunti dalla velocità di percorrenza risultano prossimi a quelli di libero deflusso.

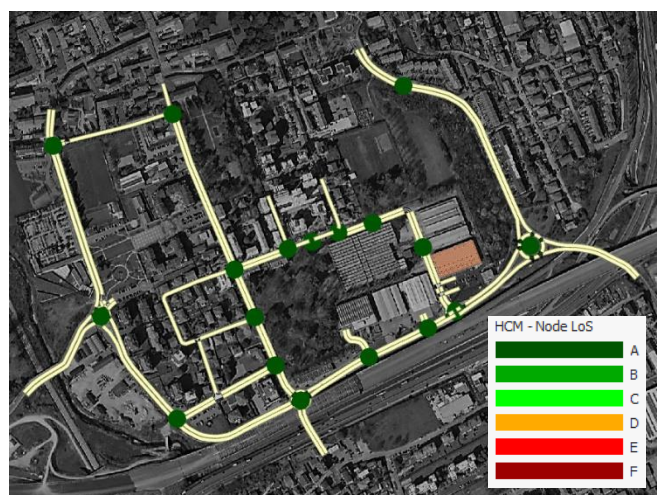
Figura 11 – Scenario Attuale – Velocità media [km/h]



Livelli di Servizio (LoS) dei nodi

Tutte le intersezioni della rete stradale modellata restituiscono un LoS = A, corrispondente ad un funzionamento ottimale.

Figura 12 – Scenario Attuale – Livelli di Servizio dei



nodi

5.Scenario di Riferimento

Lo Scenario di Riferimento prevede la realizzazione del nuovo comparto residenziale R.E.3, localizzato a nord-est dell'Area di Intervento.

In Figura 13 si riporta l'inserimento del suddetto ambito nell'Area di Studio, così come risulta dagli elaborati progettuali contenuti nel Verbale di deliberazione del Consiglio Comunale n.52 del 18/12/2017 del Comune di

Paderno Dugnano, con oggetto l' " Attuazione dell'ambito residenziale di completamento del tessuto esistente denominato "R.E.3 - Adozione del Piano Attuativo in variante al PGT vigente".

Nei seguenti paragrafi vengono descritti nel dettaglio le variazioni sul sistema dell'offerta e della domanda di trasporto nell'area di studio, conseguenti alla realizzazione del nuovo comparto residenziale R.E.3.

Figura 13 – Ambito RE 3 – Stralcio della Planimetria generale (Fonte: Piano Attuativo in zona di completamento del tessuto esistente – Ambito RE 3 in variante al PGT vigente)



5.1. Variazioni nel Sistema di offerta

Il grafo di rete nello Scenario di Riferimento, rappresentato in Figura 14, rispetto al grafo di rete utilizzato nello Scenario Attuale, prevede le seguenti variazioni:

- 1 **nuovo centroide** rappresentativo del nuovo ambito residenziale RE 3;
- l'inserimento della **viabilità di collegamento** fra il nuovo ambito residenziale e via Carlo Alberto dalla Chiesa;
- una **nuova rotatoria** che regola l'accesso al nuovo comparto RE 3 da via Carlo Alberto dalla Chiesa.

Figura 14 – Scenario di Riferimento – Grafo di Rete



5.2. Variazioni nel sistema di domanda

Per rappresentare la domanda di mobilità nello Scenario di Riferimento, il modello di domanda dello Stato di Fatto è stato aggiornato aggiungendo i veicoli afferenti all'indotto del nuovo ambito RE 3.

La quantificazione dell'indotto è stata acquisita dal Verbale di deliberazione del Consiglio Comunale n.52 del 18/12/2017 del Comune di Paderno Dugnano, che comprende

la valutazione del traffico indotto elaborata al Centro Studi Traffico.

Secondo le stime prodotte, sintetizzate in Figura 15, i flussi generati dalle nuove funzioni, nell'ora di punta serale del giorno ferial tipo, sono pari a 6 veic/h in uscita e 26 veic/h in ingresso nella punta serale.

Trattandosi di un ambito residenziale, l'indotto è composto da sole auto.

Figura 15 – Ambito RE 3 – Stima del traffico indotto (Fonte: Centro Studi Traffico - "Richiesta valutazioni traffico indotto ambito RE3 via Generale dalla Chiesa – Paderno Dugnano")

TABELLA 1.1 Ambito RE3 via Generale Dalla Chiesa - Paderno Dugnano - ANALISI DEI TRAFFICI INDOTTI DA NUOVI INSEDIAMENTI - TRAFFICO AUTO - VENERDI' TIPO																								
FUNZIONI	mq Sup. lorda di pav.	PRESENZE / UTENZE	VIAGGI (andata e ritorno) GENERATI AL GIORNO x persona/utente	VIAGGI COMPLESSIVI AL GIORNO	SCELTA MODALE (2014)				Coeff. Occupaz.	VIAGGI PER MEZZO DI TRASPORTO					CONCENTRAZIONE SPOSTAMENTI ORA DI PUNTA DEL MATTINO (7.45-8.45) (% U/I) (*)		TRAFFICO AUTO GENERATO ORA DI PUNTA DEL MATTINO (7.45-8.45)			CONCENTRAZIONE SPOSTAMENTI ORA DI PUNTA DELLA SERA (17.30-18.30) (% U/I) (*)		TRAFFICO AUTO GENERATO ORA DI PUNTA DELLA SERA (17.30-18.30)		
					Auto	Trasporto Pubblico	Moto Bici	A Piedi		Auto n. pers.	Trasporto pubblico	Bici moto	a piedi	U	I	U	I	U+I	U	I	U	I	U+I	
					n. auto					n. auto				n. pers.	n. auto									
Residenza libera	4 650	71 occupati	1.4 per lavoro	99	66.0%	16.0%	7.3%	10.7%	1.05	66	62	16	7	11	40%	0%	25	0	25	0%	30%	0	19	19
		occupati	0.7 per altri motivi	50	66.0%	16.0%	7.3%	10.7%	1.20	33	27	8	4	5	0%	0%	0	0	0	10%	10%	3	3	5
		56 non occupati	1.0	56	66.0%	16.0%	7.3%	10.7%	1.20	37	31	9	4	6	10%	0%	3	0	3	10%	10%	3	3	6
		12 studenti	0.8 abituali	10	41.8%	42.4%	4.4%	11.4%	1.05	4	4	4	0	1	40%	0%	2	0	2	0%	20%	0	1	1
		studenti	0.8 occasionali	10	41.8%	42.4%	4.4%	11.4%	1.05	4	4	4	0	1	10%	0%	0	0	0	10%	10%	0	0	1
	4 650	140		225													30	0	30			6	26	32

Nota: (*) percentuale di concentrazione rispetto agli spostamenti della giornata; U = uscita; I = ingresso

5.3. Risultati delle analisi modellistiche dello Scenario di Riferimento

Per l'analisi dell'interazione tra offerta e domanda nello Scenario di Riferimento è stato utilizzato il modello di simulazione costruito, calibrato e validato con riferimento allo Stato di Fatto, i cui dati di input sono stati opportunamente modificati in modo da poter descrivere correttamente le componenti della mobilità nello Scenario di Riferimento, ossia:

- la rete è stata aggiornata inserendo la viabilità di accesso al nuovo comparto RE3,

- la domanda di trasporto è stata incrementata considerando anche l'indotto del nuovo comparto.

Le analisi modellistiche hanno evidenziato come, nello Scenario di Riferimento, l'entità dei flussi di traffico si mantenga pressoché invariata rispetto allo Stato Attuale.

Tale risultato è in linea con l'esiguità dell'indotto imputabile al nuovo comparto RE3.

Figura 16 – Scenario di Riferimento – Flussi di traffico assegnati nell'ora di punta



Densità Veicolare

Il traffico veicolare risulta mediamente contenuto, con bassi valori della densità veicolare, inferiori ai 25 veic/km sull'intera rete analizzata, a meno degli anelli rotatori e di due tratte in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani.

Figura 17 – Scenario di Riferimento – Densità veicolare [veic/km]



Ritardo medio

I valori stimati per gli indicatori del ritardo medio sono contenuti sull'intera rete stradale.

Si registra un perditempo più elevato, ma del tutto accettabile, al ramo sud di via Gramsci e sulla tratta di via dalla Chiesa in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani.

Figura 18 – Scenario di Riferimento – Ritardo medio [sec]



Accodamento medio

Il modello restituisce un accodamento minimo sull'attestamento di via Gramsci alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani, mentre non si registrano situazioni di code sul resto della rete.

Figura 19 – Scenario di Riferimento – Accodamento medio [veic]



Velocità media

La velocità media è buona sull'intera rete.

Al netto di qualche rallentamento agli attestamenti più battuti, non si osservano cadute significative della velocità di percorrenza, che risulta >30 km/h su gran parte della rete.

I valori assunti dalla velocità di percorrenza risultano prossimi a quelli di libero deflusso.

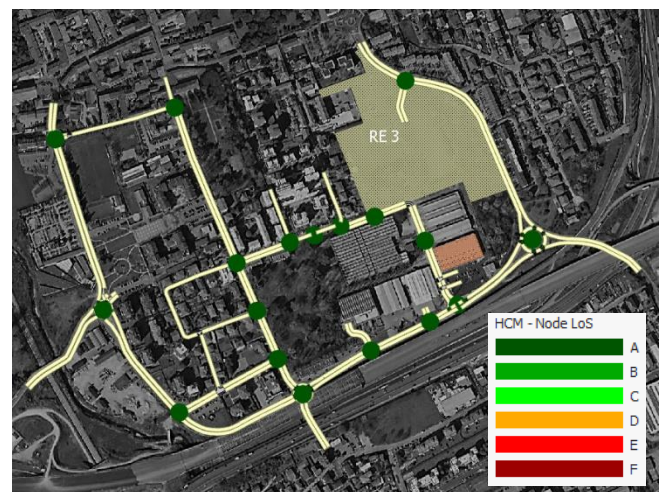
Figura 20 – Scenario di Riferimento – Velocità media [km/h]



Livelli di Servizio (LoS) dei nodi

Tutte le intersezioni della rete stradale modellata restituiscono un LoS = A, corrispondente ad un funzionamento ottimale.

Figura 21 – Scenario di Riferimento – Livelli di Servizio dei nodi



6.Scenario di Progetto

Lo Scenario di Progetto prevede la realizzazione del nuovo comparto RE 11, nella porzione sud-est dell'Area di Studio.

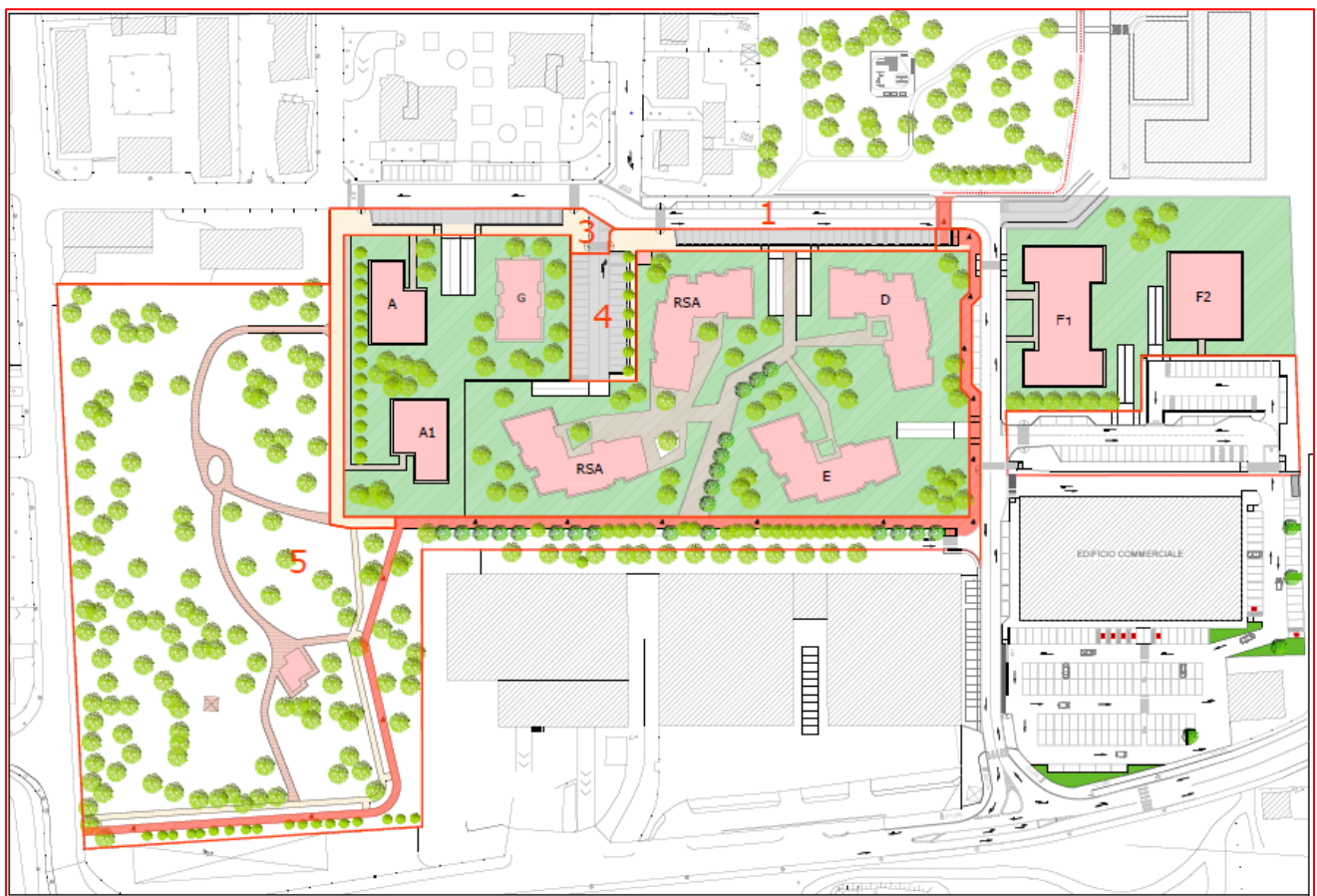
La costruzione dello Scenario di Progetto ha richiesto l'implementazione nel modello di simulazione:

- delle variazioni dei livelli di domanda derivanti dall'attuazione delle trasformazioni urbanistiche previste;

- degli interventi ipotizzati sul sistema infrastrutturale a servizio dell'area di studio.

Nei seguenti paragrafi vengono descritti nel dettaglio le variazioni sul sistema dell'offerta e della domanda di trasporto nell'area di studio, conseguenti alla realizzazione dell'intervento in progetto.

Figura 22 – Scenario di Progetto – Tavola di inquadramento delle opere di urbanizzazione



6.1. Variazioni nel Sistema di offerta

L'offerta di trasporto nello Scenario di Progetto è stata ricavata dagli elaborati progettuali relativi al P.I.I. Da tali elaborati emerge che le variazioni rilevanti del sistema infrastrutturale siano quelle che interessano la porzione di rete interna al comparto urbano oggetto di trasformazione ed alla sua connessione con la viabilità esistente.

Rispetto a quanto già realizzato per consentire l'accesso alla MSV, la viabilità interna sarà completata mediante il collegamento con il senso unico di via Gorizia. La nuova intersezione sarà regolamentata imponendo lo STOP ai veicoli provenienti da

nord su via Gorizia a favore di quelli circolanti sul nuovo collegamento.

Il grafo di rete nello Scenario di Progetto, rappresentato in Figura 23, rispetto al grafo dello Scenario di Riferimento, presenta i seguenti elementi aggiuntivi:

- 5 **nuovi centroidi** rappresentativi delle nuove residenze e o delle RSA afferenti all'ambito RE 11;
- **collegamento con via Gorizia;**
- **viabilità di accesso** alle residenze e alle RSA.

Figura 23 – Scenario di Progetto – Grafo di Rete



6.2. Variazioni nel sistema di domanda

La definizione della domanda nello Scenario di Progetto è stata ottenuta sovrapponendo, alla domanda stimata per lo Scenario di Riferimento, l'aliquota indotta dalle trasformazioni di progetto, ossia il numero di spostamenti che verosimilmente saranno realizzati nell'ora di punta serale del giorno feriale dai residenti del nuovo comparto, dai lavoratori delle RSA o dai visitatori delle stesse.

Il dato sull'indotto delle aree residenziali è stato stimato a partire dalle indicazioni sul valore medio del volume residenziale per ogni abitante insediabile, fissato pari a 150 mc/abitante, fornite dalla normativa urbanistica vigente¹. Dal volume residenziale in progetto, si calcola un numero di residenti nel comparto pari a 390. Tuttavia, poiché in relazione alle reali caratteristiche del sistema abitativo locale è data facoltà ai comuni di discostarsi dal valore medio indicato dalla legge regionale, ai fini del presente studio **il numero di residenti del nuovo comparto è stato incrementato del 30% rispetto a quanto valutato in base alla su citata norma e posto cautelativamente pari a 500**. Per la stima del numero di spostamenti di auto che sarà generato dal nuovo comparto si è fatto riferimento alle seguenti considerazioni:

- dalla mobilità rappresentata nella matrice della Regione Lombardia (2014), nell'ora di punta serale a Paderno Dugnano vengono compiuti un numero di spostamenti di auto e moto pari al 7,2% della popolazione residente, di cui l'87% è di rientro a casa e solo il 13% è originato da casa;
- dalla mobilità pendolare Istat, nell'ora di punta del mattino nel Comune di Paderno Dugnano, in riferimento alla sola quota che si realizza in auto e moto, il numero di spostamenti di auto/abitante è pari a 0,17;
- **in contesti urbani simili, nell'ora di punta della sera il coefficiente medio di emissione di spostamenti in auto da conducente, sistematici e occasionali, è risultato compreso fra 0,30 e 0,40**. Quest'ultimo valore è stato assunto, a vantaggio di sicurezza, pari al numero di spostamenti di auto per abitante utilizzato ai fini dello studio per la stima dell'indotto generato dalle nuove abitazioni, in quanto in linea con il dato Istat riferito alla sola mobilità sistematica, considerato che:
 - la mobilità sistematica costituita per lo più dagli spostamenti di ritorno a casa da lavoro è maggiormente diluita nelle diverse ore serali rispetto a quanto accade al mattino per gli spostamenti di andata;
 - la mobilità occasionale assume la medesima rilevanza di quella sistematica, se non addirittura superiore per le ore serali;
- **il numero di spostamenti risultante è stato assunto per il 60% di ritorno a casa e per il 40% di uscita da casa**, considerando che gli spostamenti sistematici saranno pressoché tutti di ritorno, mentre quelli occasionali potranno essere sbilanciati in generazione.

Assumendo i medesimi valori dello studio condotto nel 2019, nell'ora di punta serale del giorno feriale, **per il comparto residenziale risulta un indotto totale di 200 veic/h, di cui 80 in uscita e 120 in ingresso**.

L'indotto complessivamente stimato per il comparto residenziale è stato attribuito ai singoli edifici in proporzione alle S.L.P. in progetto. Tale disaggregazione è stata necessaria per indirizzare correttamente gli spostamenti rispetto ai punti di ingresso/uscita dei parcheggi di pertinenza.

¹ Legge Regionale n. 1 del 15 gennaio 2001; Circolare Regionale del 13 luglio 2001 - n. 41

Volendo considerare anche la possibilità di realizzare una RSA negli edifici B e C, dedicandogli fino ad un massimo di 10.000mq di SIp e riducendo quindi il volume delle residenze, si è ritenuto opportuno integrare considerare anche questo possibile scenario nello studio di traffico.

A favore di una analisi estremamente cautelativa, l'indotto che potrebbe essere generato dalla RSA è stato aggiunto a quello già individuato relativo alla totalità delle residenze.

In sostanza, l'indotto generato dalle residenze dei soli edifici B e C, che non dovrebbe essere considerato in quanto "sostituito" da quello della RSA ipotizzabile negli stessi edifici, è stato mantenuto inalterato per configurare uno scenario "estremamente cautelativo".

Pur essendo verosimile che tale situazione potrebbe essere osservata solo in condizioni particolari tanto sporadiche quanto improbabili, tale approccio ha portato a sottoporre la rete ad un carico veicolare massimo ipotizzabile.

La domanda di traffico indotta dalla funzione RSA è stata stimata utilizzando coefficienti dedotti da funzioni simili riportate nel Manuale "Trip Generation – 8th Edition".

In particolare, **gli spostamenti indotti dalla RSA** sono stati quantificati utilizzando i seguenti parametri:

- Ora di Punta Mattutina
 - 70 spostamenti totali, pari a 0,7 ogni 100 ms di SIp
 - 21 spostamenti generati, pari al 30% del totale
 - 49 spostamenti attratti, pari al 70% del totale

- Ora di Punta Serale
 - **90 spostamenti totali**, pari a 0,9 ogni 100 ms di SIp
 - **49 spostamenti** generati, pari al 55% del totale
 - **49 spostamenti** attratti, pari al 45% del totale

L'ulteriore indotto stimato è stato considerato nelle analisi modellistiche di seguito presentate.

Considerata l'entità estremamente ridotta di tale indotto, tutti i parametri prestazionali risultanti dalle analisi condotte si sono mantenuti entro gli stessi range già individuati, senza generare quindi cali prestazionali particolarmente rilevanti.

6.3. Risultati delle analisi modellistiche dello Scenario di Progetto

Analogamente a quanto fatto per lo Scenario di Riferimento, l'interazione fra domanda e offerta di trasporto, nello Scenario di Progetto, è stata analizzata mediante il modello di simulazione calibrato sullo Stato di Fatto.

In Figura 24 è schematizzata l'entità dei flussi di traffico che interessano i diversi elementi della rete nello Scenario di Progetto, nell'ora di punta serale del giorno feriale.

Rispetto allo Scenario di Riferimento, si nota come la connessione interna con via Gorizia agevoli gli spostamenti di scambio degli ambiti residenziali interni e della RSA, compresi quelli preesistenti, scaricando leggermente la tratta parallela di via Generale C.A. dalla Chiesa.

Figura 24 – Scenario di Progetto – Flussi di traffico assegnati nell'ora di punta



Densità Veicolare

Il parametro restituisce valori del tutto analoghi a quelli risultanti per lo Scenario Attuale e lo Scenario di Riferimento.

La densità veicolare è decisamente contenuta, con valori inferiori ai 25 veic/km sull'intera rete analizzata, a meno degli anelli rotatori e di due tratte in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani.

Figura 25 – Scenario di Progetto – Densità veicolare [veic/km]



Ritardo medio

I valori stimati per gli indicatori del ritardo medio sono contenuti sull'intera rete stradale.

Si registra un perditempo leggermente più elevato, ma del tutto accettabile, al ramo sud di via Gramsci e sulla tratta di via dalla Chiesa in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani.

Figura 26 – Scenario di Progetto – Ritardo medio [sec]



Accodamento medio

Il modello restituisce un accodamento minimo sull'attestamento di via Gramsci alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani, mentre non si registrano situazioni di code sul resto della rete.

Figura 27 – Scenario di Progetto – Accodamento medio [veic]



Velocità media

La velocità media è buona sull'intera rete.

Si stima un probabile rallentamento su via Gramsci in attestamento alla rotatoria Dalla Chiesa-Gramsci-Colzani. Tuttavia, esso non inficia il livello di servizio del nodo che conserva un LoS A, come evidenziato in Figura 29. Inoltre, si fa presente come tale evenienza è correlata al momento di massimo carico e, come tale, transitoria.

Livelli di Servizio (LoS) dei nodi

Tutte le intersezioni della rete stradale modellata restituiscono un LoS = A, corrispondente ad un funzionamento ottimale anche nello Scenario di Progetto "estremamente cautelativo".

Figura 28 – Scenario di Progetto – Velocità media [km/h]



Figura 29 – Scenario di Progetto – Livelli di Servizio dei nodi



6.4. Analisi comparata delle emissioni inquinanti prodotte dal traffico veicolare

Il modello di simulazione, funzionale alla stima dei nuovi livelli di traffico e delle condizioni di deflusso derivanti dall'intervento in progetto, è stato utilizzato anche per effettuare una valutazione di massima dell'incremento nell'area di studio delle emissioni inquinanti imputabili ai veicoli generati e attratti dai nuovi insediamenti residenziali e/o dalla RSA.

Le emissioni inquinanti sono state valutate mediante il modello di Panis et al.², implementato nel software di simulazione Aimsun, in riferimento all'attuale composizione del parco veicolare. Tale modello ambientale consente, a partire delle condizioni di moto dei singoli veicoli in circolazione, di ottenere una stima della quantità dei principali inquinanti prodotti dal traffico veicolare, ossia l'anidride carbonica (CO₂), gli ossidi di azoto (NO_x), il particolato in sospensione (PM) e la frazione di composti organici volatili (VOC). La stima delle emissioni inquinanti si aggiunge dunque agli altri output disponibili dall'analisi dinamica del flusso veicolare, propria dell'approccio microscopico.

Nelle Figura 30÷Figura 33 si riporta l'andamento delle emissioni prodotte dai veicoli in circolazione sulla rete stradale durante il periodo di simulazione 17.00 -18.00, rappresentativo dell'ora di punta serale del venerdì.

Per analizzare le sole variazioni imputabili all'attuazione del P.I.I. residenziale/RSA, lo Scenario di Progetto è stato comparato con lo Scenario di Riferimento ottenuto sovrapponendo allo Stato di Fatto gli effetti derivanti dall'attivazione del comparto RE 3.

Figura 30 – Fascia oraria 17.00 - 18.00 - Quantità di CO₂ emessa nell'area di studio [g]

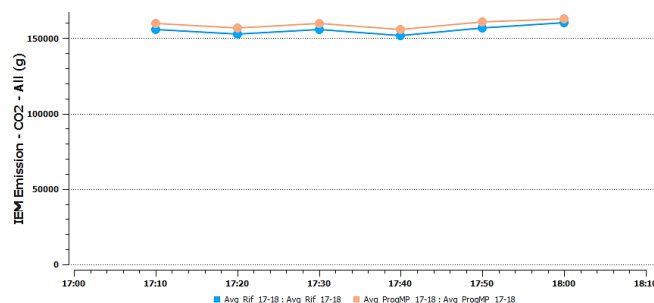


Figura 31 – Fascia oraria 17.00 - 18.00 - Quantità di NO_x emessa nell'area di studio [g]

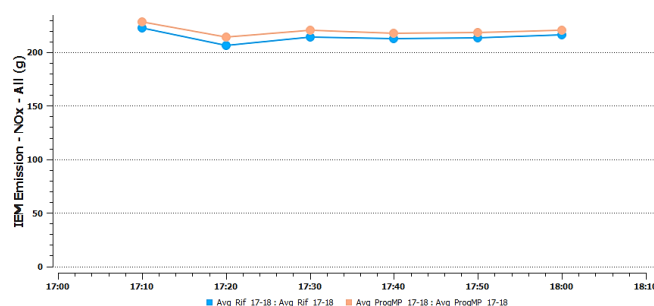
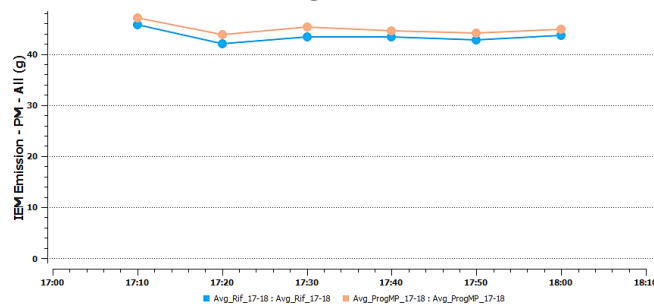


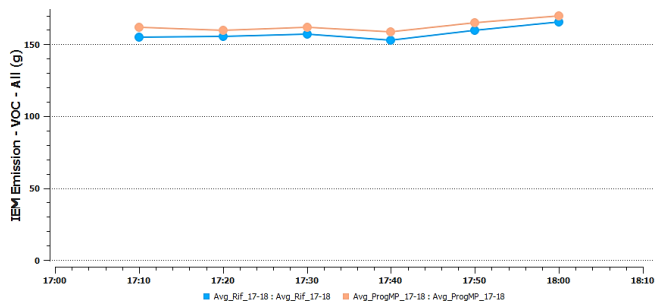
Figura 32 – Fascia oraria 17.00 - 18.00 - Quantità di PM emessa nell'area di studio [g]



² Luc Int Panis, Steven Broekx, Ronghui Liu (2006), "Modelling instantaneous traffic emission and the influence of traffic speed limits"

Studio di Traffico

Figura 33 – Fascia oraria 17.00 - 18.00 - Quantità di VOC emessa nell'area di studio [g]



L'incremento generalizzato delle emissioni inquinanti fra lo Scenario di Riferimento e quello di Progettuale è estremamente contenuto e del tutto in linea con l'incremento del carico veicolare sulla rete analizzata.

I grafici rappresentati nelle figure precedenti, infatti, presentano un andamento stabile e non mostrano, per lo Scenario di Progetto "estremamente cautelativo", picchi imputabili ad un eventuale peggioramento delle condizioni di circolazione. Al contrario, in alcuni momenti della simulazione si nota che la differenza fra le emissioni risultanti nello Scenario di Riferimento e quello di Progetto tende ad annullarsi.

7. Conclusioni

Il presente aggiornamento dello studio di traffico ha portato a considerare anche l'eventualità che due edifici possano essere destinati ad una RSA invece che a residenze.

La configurazione generale dell'area e, in particolare, il sistema di offerta a servizio dell'area di intervento non subirebbero alcuna variazione, essendo già funzionali a supportare la domanda indotta.

I dati di traffico utilizzato come riferimento per lo Stato di Fatto sono ancora quelli rilevati nel 2022, che possono essere considerati rappresentativi delle condizioni di deflusso attuali. In base a tali dati, la rete stradale a servizio dell'Area di Studio è interessata da flussi veicolari contenuti. Tale condizione, imputabile anche alla chiusura temporanea del sovrappasso ferroviario che collega l'area di intervento con la porzione sud-ovest del Comune di Paderno Dugnano "spostando" a nord dell'Area di Intervento il traffico di attraversamento lungo la direttrice est-ovest, è stata opportunamente valutata.

Di fatto, nell'ambito del presente studio è stata ipotizzata una configurazione della rete che con il sovrappasso aperto così come era nel 2019. A livello di domanda, ovviamente, è stata però considerato anche l'indotto generato alla MSV di recente apertura.

Le analisi modellistiche condotte sullo Scenario Attuale così configurato e riferite all'ora più critica rappresentata dalla punta serale 17.00-18.00 del giorno feriale, hanno evidenziato buone condizioni di deflusso con valori ottimali per tutti gli indicatori esaminati.

Poiché oltre agli interventi in progetto, nell'Area di Studio è prevista la realizzazione di un ulteriore comparto residenziale, indicato come RE 3, è stato mantenuto lo Scenario di Riferimento che comprende l'attivazione di tale comparto. Data l'esiguità dell'indotto generato da tale comparto, le analisi modellistiche dello Scenario di Riferimento

hanno restituito livelli degli indicatori di deflusso molto prossimi a quelli ottenuti per lo Scenario Attuale.

Nello Scenario di Progetto, invece, è stata considerata lo sviluppo del comparto RE11, adottando un approccio estremamente cautelativo. Di fatto, per gli edifici B e C sono stati infatti considerati indotti "sovrapposti" dovuti alle due destinazioni d'uso diverse che potrebbero essere ipotizzati per gli stessi, cioè residenze o RSA.

Le risultanze delle analisi modellistiche, riferite quindi ad uno Scenario di Progetto "estremamente cautelativo" e difficilmente ipotizzabile in quanto negli edifici B e C non potranno certo essere sviluppate contestualmente sia delle residenze sia una RSA.

I risultati delle analisi modellistiche nello Scenario di Progetto "estremamente cautelativo" hanno evidenziato come l'incremento dei flussi di traffico imputabili al nuovo comparto RE 11, non modificheranno in maniera evidente le condizioni di circolazione nell'Area di Studio.

Tutti gli elementi della rete conserveranno livelli degli indicatori di deflusso mediamente buoni, del tutto paragonabili con quelli risultanti per lo Scenario Attuale e per lo Scenario di Riferimento.

In particolare, si stima che le intersezioni possano mantenere comunque un Livello di Servizio elevato, valutato pari ad A.

Anche per la viabilità interna al nuovo comparto sono state stimate buone condizioni di deflusso, dati i livelli di traffico comunque contenuti anche nell'ora di massimo carico pur considerando un "indotto sovrapposto" per gli edifici B e C.

Le buone condizioni di circolazione stimate andranno anche a favore della qualità dell'aria, in quanto l'incremento di emissioni inquinanti sarà quasi esclusivamente legato all'innalzamento dei flussi di traffico, senza

evidenza di picchi dovuti a cadute nella qualità del deflusso.

A tal proposito si fa notare come le stime degli inquinanti prodotti nello Scenario di Progetto, seppur già contenute, sono da intendersi realizzate per eccesso non solo perché ripetute con riferimento allo Scenario di Progetto "estremamente cautelativo", ma anche perché è stata considerata la stessa composizione del parco veicolare osservabile ad oggi, senza introdurre i possibili vantaggi derivanti dall'aumento della quota di veicoli elettrici, ibridi o con livelli emissivi sempre più bassi.

Nei prossimi anni, infatti, è ragionevole attendersi un rilevante contenimento delle emissioni da traffico, favorito anche dalle diverse azioni intraprese a livello regionale per velocizzare la sostituzione del parco circolante più obsoleto e inquinante con veicoli EURO 6 (se non anche EURO 7), prevalentemente a trazione elettrica e ibrida. Tali misure rientrano infatti nel quadro di più ampio respiro delineato per il miglioramento della qualità dell'aria, in attuazione del Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (PRIA) e dell'Accordo di bacino padano 2017.