

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA MB

COMUNE DI ARCORE

COMUNE DI VILLASANTA

PROGETTO DI AMPLIAMENTO DEL CENTRO DI PRODUZIONE E DI  
CONFEZIONAMENTO DEPOSITO E DISTRIBUZIONE AI PUNTI VENDITA  
"IL GIGANTE"

COMMITTENTE

RIALTO SRL  
Via Clerici, 342  
20091 - Bresso (MI)

REVISIONE

EMISSIONE

12.11.2015

Descrizione

Tavola/Elaborato

ANALISI TRASPORTISTICA DELLA VIABILITA'

**A 15**

scala disegno



REDAS engineering S.r.l.  
Via Lodovico Pavoni, 1 - 20090 Monza  
Partita IVA e Codice Fiscale 06556760962



Sede Op.: VIALE DELL'INDUSTRIA 19/F - 29015 CASTEL SAN GIOVANNI (PC) - TEL. 0523/1741100

Sede Leg.: Strada 3 Palazzo B3 - 20090 ASSAGO MILANOFIORI (MI)

Partita IVA e Codice Fiscale 01297450338

**STUDIO TECNICO ASSOCIATO dei geometri ercole ghezzi e angelo cornelli**

Via Giacomo Brodolini, 33 - 20056 Trezzo sull'Adda (MI) Tel. 02/9091811 - Fax 02/9091023 - email: info@studioghezziornelli.com

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE. Sono vietati la riproduzione e l'estrapolazione di parti senza la presenza di un'autorizzazione scritta.

ANALISI TRASPORTISTICA  
DELLA VIABILITÀ A SERVIZIO  
DEL NUOVO "CENTRO DI PRODUZIONE  
E DI CONFEZIONAMENTO,  
DEPOSITO E DISTRIBUZIONE  
AI PUNTI VENDITA  
DEL GRUPPO IL GIGANTE"  
NEI COMUNI DI ARCORE E VILLASANTA

Redatto:



**REDAS engineering S.r.l.**  
Via Lodovico Pavoni, 1 - 20900 MONZA  
Tel. +39 039 365158 - Fax +39 039 2317701

Elaborato:

**Relazione tecnica**

Committente:

**RIALTO S.r.l.**

Commessa:

**CRE\_172**

Data:

**Novembre 2015**

ANALISI TRASPORTISTICA  
DELLA VIABILITÀ A SERVIZIO  
DEL NUOVO "CENTRO DI PRODUZIONE  
E DI CONFEZIONAMENTO,  
DEPOSITO E DISTRIBUZIONE  
AI PUNTI VENDITA  
DEL GRUPPO IL GIGANTE"  
NEI COMUNI DI ARCORE E VILLASANTA

Redatto:



**REDAS**  
*engineering*

**REDAS engineering S.r.l.**

Via Lodovico Pavoni, 1 - 20900 MONZA  
Tel. +39 039 365158 - Fax +39 039 2317701

Elaborato:

**Relazione tecnica**

Committente:

**RIALTO S.r.l.**

Commessa:

**CRE\_172**

Data:

**Novembre 2015**

**ANALISI TRASPORTISTICA DELLA VIABILITÀ A SERVIZIO DEL "CENTRO DI  
PRODUZIONE E DI CONFEZIONAMENTO, DEPOSITO E DISTRIBUZIONE AI PUNTI  
VENDITA" DEL GRUPPO IL GIGANTE NEI COMUNI DI ARCORE E VILLASANTA**

Indice

Premessa .....	1
1. Organizzazione dello studio e metodologia adottata .....	1
2. Analisi del contesto e definizione dell'Area di Studio .....	3
3. Sistema di trasporto a servizio dell'Area di Studio .....	3
3.1. Offerta di trasporto .....	4
3.2. Domanda di mobilità .....	5
3.2.1. Monitoraggio del traffico veicolare .....	5
3.2.2. Rilievo delle manovre di svolta .....	8
3.3. Implementazione del modello di simulazione .....	10
3.3.1. Modello di offerta .....	11
3.3.2. Modello di domanda .....	12
3.4. Calibrazione del modello di simulazione del traffico .....	14
4. Sistema di trasporto nello Scenario 0: Stato di Fatto (P.A. vigente di Arcore) .....	16
4.1. Variazioni nel sistema di offerta .....	16
4.2. Variazioni nel sistema di domanda .....	16
4.3. Risultati delle analisi modellistiche – Efficienza della rete .....	18
5. Sistema di trasporto nello Scenario 1: Stato di Progetto (SUAP) .....	21
5.1. Variazioni nel sistema di offerta .....	23
5.2. Variazioni nel sistema di domanda .....	26
5.3. Risultati delle analisi modellistiche – Efficienza della rete .....	27
6. Analisi comparativa dell'efficienza delle intersezioni .....	30
7. Analisi comparativa dei livelli di inquinanti emessi .....	31
8. Conclusioni .....	36

## **Premessa**

Il presente documento illustra le risultanze delle analisi trasportistiche condotte da Redas *engineering* sull'area in cui insiste il progetto di ampliamento e rilocalizzazione del centro di produzione e di confezionamento, deposito e distribuzione ai punti vendita del gruppo "Il Gigante" nei comuni di Arcore e Villasanta. La mobilità e le condizioni di traffico nell'area sono state analizzate in riferimento a due scenari:

- Scenario 0: Stato di Fatto, corrispondente a quanto già approvato e disposto nel relativo P.A. vigente del Comune di Arcore;
- Scenario 1: Stato di Progetto.

In particolare, lo studio ha avuto i seguenti obiettivi:

- quantificare e caratterizzare spazialmente e temporalmente la domanda di mobilità che interessa il sistema stradale analizzato;
- analizzare le prestazioni di ciascun elemento del sistema viabilistico principale a servizio dell'area di studio, in termini di grado di congestione, velocità di deflusso e tempi di percorrenza;
- quantificare i livelli di emissioni inquinanti dovute al traffico veicolare, nelle diverse configurazioni analizzate.

Le analisi prestazionali e ambientali su descritte sono state condotte attraverso l'utilizzo del software di simulazione modellistica del traffico Aimsun, mediante il quale sono state replicate la distribuzione dei flussi veicolari sulla rete e le condizioni di traffico, nelle fasce orarie maggiormente critiche, in riferimento ai due scenari considerati.

### **1. Organizzazione dello studio e metodologia adottata**

Nell'ambito del presente studio, Redas *engineering* ha programmato e realizzato una serie di fasi di lavoro, strettamente correlate tra di loro, che hanno consentito di delineare il quadro attuale della mobilità stradale nell'area esaminata e stimare le prestazioni del sistema nei due scenari considerati. In particolare, sono state individuate le seguenti fasi di lavoro:

- Analisi del contesto e definizione dell'area di studio;
- Acquisizione dei dati relativi all'offerta di trasporto nell'area di studio;
- Ricostruzione della domanda di mobilità nell'area di studio, attraverso:
  - il monitoraggio dei flussi di traffico;
  - il rilievo delle manovre di svolta alle intersezioni;

- Individuazione delle fasce orarie maggiormente critiche per il sistema viario analizzato;
- Implementazione del modello di simulazione rappresentativo del sistema di trasporto oggetto di studio, mediante l'utilizzo del software specialistico Aimsun;
- Calibrazione e validazione del modello di simulazione, in modo che esso replichi quanto più fedelmente possibile i dati di traffico rilevati sul campo;
- Implementazione del modello di simulazione in riferimento ai due scenari considerati, uno rappresentativo dello stato di fatto, ossia del sistema nella configurazione adottata nel P.A. vigente di Arcore e l'altro rappresentativo dello stato di progetto;
- Predisposizione di appositi output rappresentativi del grado di congestione, delle condizioni di deflusso e dei livelli di inquinanti emessi nelle ore di maggiore criticità;
- Analisi dei risultati e confronto degli indicatori ottenuti per i diversi scenari analizzati.

La metodologia su descritta e schematizzata in Figura 1, supportata dall'utilizzo di strumenti specialistici per la simulazione dei sistemi di trasporto, ha consentito di valutare, al termine dell'analisi, il carico veicolare che impegna ciascun elemento del sistema stradale analizzato, nonché la sua risposta, sia in termini macroscopici, mediante modelli di assegnazione statica, che microscopici, mediante modelli di assegnazione dinamica. A partire dalle condizioni di deflusso sperimentate sulla rete nei vari scenari analizzati, è stato inoltre possibile stimare i quantitativi di inquinanti emessi dai veicoli in circolazione.

Figura 1 – Metodologia di analisi



Di seguito vengono presentate nel dettaglio le attività svolte nell'ambito di ciascuna fase di lavoro, comprensive degli eventuali dati significativi raccolti e/o utilizzati e dei principali risultati ottenuti.

## **2. Analisi del contesto e definizione dell'Area di Studio**

Come premesso, il presente studio fa riferimento al progetto di ampliamento e rilocalizzazione del centro di produzione e di confezionamento, deposito e distribuzione ai punti vendita del gruppo "Il Gigante" nei comuni di Arcore e Villasanta ed è finalizzato ad analizzare nello specifico le potenziali ricadute che tale intervento avrà sulla mobilità e sul traffico nell'area in cui esso si colloca.

Dall'analisi delle connessioni fra l'area di intervento e il sistema infrastrutturale attuale, è stata circoscritta l'area di studio, come l'ambito territoriale direttamente servito dall'infrastruttura viabilistica che garantisce l'accesso alla struttura produttiva ed entro cui si può ragionevolmente ritenere che si esauriranno gli effetti dell'intervento in progetto, in termini trasportistici.

## **3. Sistema di trasporto a servizio dell'Area di Studio**

Per definire esaurientemente il sistema dei trasporti a servizio dell'Area di Studio, è stato necessario quantificarne e caratterizzarne ogni singola componente, ossia l'offerta di trasporto stradale e la domanda di mobilità che si esplica su di essa.

Tali informazioni sono state poi implementate in un modello matematico, atto a simulare la situazione del traffico, sia a livello macroscopico in termini di carichi

veicolari, che microscopico in termini di condizioni dinamiche di deflusso, sull'intera rete considerata, nonché su ogni suo singolo elemento.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte nel dettaglio le suddette fasi di lavoro e le risultanze delle simulazioni modellistiche condotte.

### **3.1. Offerta di trasporto**

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

Nel caso specifico, per la definizione dell'offerta di trasporto sono state acquisite le cartografie tecniche disponibili, dalle quali è stato possibile ricavare alcune informazioni sullo stato attuale della rete stradale, soprattutto relativamente alla geometria dei diversi elementi costituenti il sistema viario analizzato. Altre informazioni fondamentali, quali ad esempio la regolamentazione della circolazione alle intersezioni e i limiti di velocità imposti, sono state invece acquisite direttamente sul campo contestualmente all'attività di monitoraggio del traffico veicolare.

In sintesi, l'offerta di trasporto stradale nell'area di studio risulta composta dai seguenti elementi:

- la Strada Provinciale SP45, per la tratta compresa fra via Risorgimento in Comune di Arcore e lo svincolo a quadrifoglio con la SP7 e la SP58 posto fra Arcore e Villasanta;
- l'incrocio regolamentato a rotatoria fra la SP45 e la strada urbana denominata via Belvedere;
- via Belvedere, per la tratta compresa fra la suddetta rotatoria e via Del Bruno;
- via Forlanini, compresa tra via Giulio Natta e l'ingresso all'area di intervento.

Oltre all'incrocio fra la SP45 e via Belvedere che, come detto è regolamentato a rotatoria, la rete viaria oggetto di analisi comprende:

- l'intersezione a raso fra via Belvedere e via Forlanini, regolamentata con STOP su via Forlanini;
- un innesto diretto sulla SP45 di una strada urbana locale a servizio di una piccola attività privata.

### **3.2. Domanda di mobilità**

Al fine di ricostruire esaustivamente la domanda di mobilità nell'ambito territoriale oggetto di studio, sono stati acquisiti dati quantitativi e qualitativi mediante due diverse attività di rilievo, ovvero:

- è stata realizzata un'attività di monitoraggio dei flussi di traffico in sezioni stradali ritenute rilevanti ai fini dello studio, in modo da ottenere una misura del volume di traffico che impegna complessivamente la rete viaria nelle diverse ore di più giornate consecutive;
- sono state rilevate le manovre di svolta, sia alla rotatoria fra la SP45 e via Belvedere che all'intersezione fra via Belvedere e via Forlanini, nelle fasce orarie che dal monitoraggio del traffico sono risultate rappresentative dei momenti di maggiore traffico.

Dall'elaborazione congiunta dei dati acquisiti mediante le due suddette attività, è stato possibile ottenere una stima della matrice O/D, rappresentativa degli spostamenti che impegnano il sistema infrastrutturale esaminata nei momenti maggiormente "critici".

Nei successivi paragrafi vengono descritte nel dettaglio le modalità realizzative delle attività di rilievo sul campo.

#### **3.2.1. Monitoraggio del traffico veicolare**

Il monitoraggio automatico del traffico è stato effettuato nel mese di maggio 2015 per 5 giornate consecutive, ed ha interessato 5 sezioni stradali bidirezionali, rappresentate schematicamente in Figura 2 ed elencate nella Tabella 1.

L'apparecchiatura utilizzata nell'attività di monitoraggio del traffico, ha consentito di ottenere una classificazione del flusso, distinguendo le seguenti categorie veicolari: veicoli leggeri (auto e moto), veicoli merci leggeri (autocarri), veicoli merci pesanti (autotreni e autoarticolati) e bus. Grazie a tale classificazione veicolare dei flussi rilevati è stato possibile implementare un modello di domanda più articolato, in modo che in fase di simulazione si potesse tenere in debito conto delle reali caratteristiche dei diversi mezzi circolanti quali, ingombro, performance, tempi di reazione, emissioni inquinanti, ecc. Ciò assume particolare rilevanza per il contesto esaminato che presenta già attualmente un'incidenza di traffico pesante notevole (cfr. Tabella 2 e Tabella 3), e ancor di più negli scenari futuri (scenario 0 e scenario 1), data la tipologia di intervento previsto.

Figura 2 – Sezioni stradali di monitoraggio del traffico

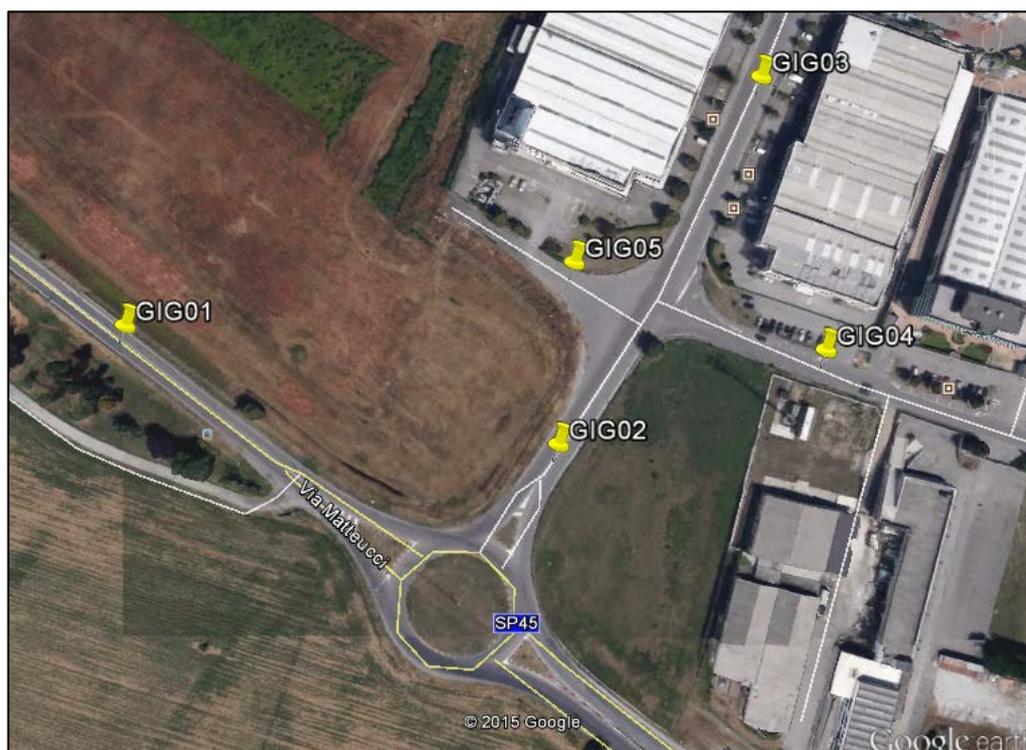


Tabella 1 – Elenco delle sezioni di monitoraggio del traffico veicolare

Sezione	Asse stradale	Direzione
GIG01	SP45	Ingresso rotatoria
GIG01	SP45	Uscita rotatoria
GIG02	Via Belvedere (sud)	Ingresso rotatoria
GIG02	Via Belvedere (sud)	Uscita rotatoria
GIG03	Via Belvedere (nord)	Nord
GIG03	Via Belvedere (nord)	Sud
GIG04	Via Forlanini (est)	Est
GIG04	Via Forlanini (est)	Ovest
GIG05	Via Forlanini (ovest)	Est
GIG05	Via Forlanini (ovest)	Ovest

La Tabella 2 e la Tabella 3 riportano una sintesi dei dati di traffico elaborati per le 5 sezioni stradali bidirezionali sopra elencate, relativamente alle fasce orarie di punta utilizzate come periodo di riferimento per le analisi modellistiche,

ovverosia la fascia mattutina 7.00-8.00 e quella serale 18.00-19.00. I dati sono stati elaborati mediando i volumi rilevati nei giorni feriali, escludendo eventuali valori anomali.

Si sottolinea che valori analoghi a quelli riportati in Tabella 2 e in Tabella 3 sono stati registrati rispettivamente anche per le fasce orarie 8.00-9.00 e 17.00-18.00. Tuttavia, in considerazione degli orari in cui circoleranno i mezzi afferenti all'indotto della struttura oggetto di intervento, si è scelto di fare riferimento alle fasce orarie 7.00-8.00 e 18.00-19.00, da ritenersi "di punta" al fine di prefigurare lo scenario peggiore possibile.

In merito ai dati riportati nelle tabelle, si precisa che:

- i veicoli leggeri comprendono auto e moto;
- i veicoli pesanti comprendono tutti i veicoli per il trasporto merci e i bus;
- la percentuale di veicoli pesanti è calcolata in riferimento al volume complessivamente rilevato.

Tabella 2 – Flussi di traffico del giorno feriale – Ora di punta del mattino 7.00-8.00

Sezione	Asse stradale	Direzione	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali	% Veicoli Pesanti
GIG01	SP45	Ingresso rotatoria	714	251	965	26%
GIG01	SP45	Uscita rotatoria	553	47	600	8%
GIG02	Via Belvedere (sud)	Ingresso rotatoria	297	64	361	18%
GIG02	Via Belvedere (sud)	Uscita rotatoria	185	201	386	52%
GIG03	Via Belvedere (nord)	Nord	201	167	368	45%
GIG03	Via Belvedere (nord)	Sud	325	64	389	16%
GIG04	Via Forlanini (est)	Est	126	34	160	21%
GIG04	Via Forlanini (est)	Ovest	113	0	113	0%
GIG05	Via Forlanini (ovest)	Est	3	0	3	0%
GIG05	Via Forlanini (ovest)	Ovest	2	0	2	0%

Tabella 3 – Flussi di traffico del giorno ferialo – Ora di punta della sera 18.00-19.00

Sezione	Asse stradale	Direzione	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali	% Veicoli Pesanti
GIG01	SP45	Ingresso rotatoria	630	117	747	16%
GIG01	SP45	Uscita rotatoria	617	291	908	32%
GIG02	Via Belvedere (sud)	Ingresso rotatoria	200	119	319	37%
GIG02	Via Belvedere (sud)	Uscita rotatoria	296	124	420	30%
GIG03	Via Belvedere (nord)	Nord	241	88	329	27%
GIG03	Via Belvedere (nord)	Sud	187	99	286	35%
GIG04	Via Forlanini (est)	Est	126	42	168	25%
GIG04	Via Forlanini (est)	Ovest	84	26	110	24%
GIG05	Via Forlanini (ovest)	Est	0	0	0	-
GIG05	Via Forlanini (ovest)	Ovest	0	0	0	-

Come è evidente dai dati riportati nelle tabelle precedenti, i flussi maggiori interessano la sezione posta sulla SP45. Fra le sezioni poste sulla viabilità urbana, invece, quelle collocate su via Belvedere sono risultate maggiormente trafficate rispetto alla sezione di via Forlanini posta a est dell'incrocio (etichettata con "GIG04"), mentre l'altra sezione collocata su via Forlanini (etichettata con "GIG05") è risultata decisamente scarica.

Nella sezione posta sulla SP45 si rileva un traffico maggiore in direzione sud-est nelle ore mattutine, mentre nelle ore serali la tendenza si inverte.

Su tutte le sezioni si registra una significativa componente di traffico pesante, con picchi che, su via Belvedere in direzione nord, al mattino superano il 40% del volume complessivo. Ricordando che in tale componente di traffico sono stati conteggiati tutti i veicoli merci, quanto rilevato è una naturale conseguenza della vocazione industriale/produttiva dell'area di studio.

### 3.2.2. Rilievo delle manovre di svolta

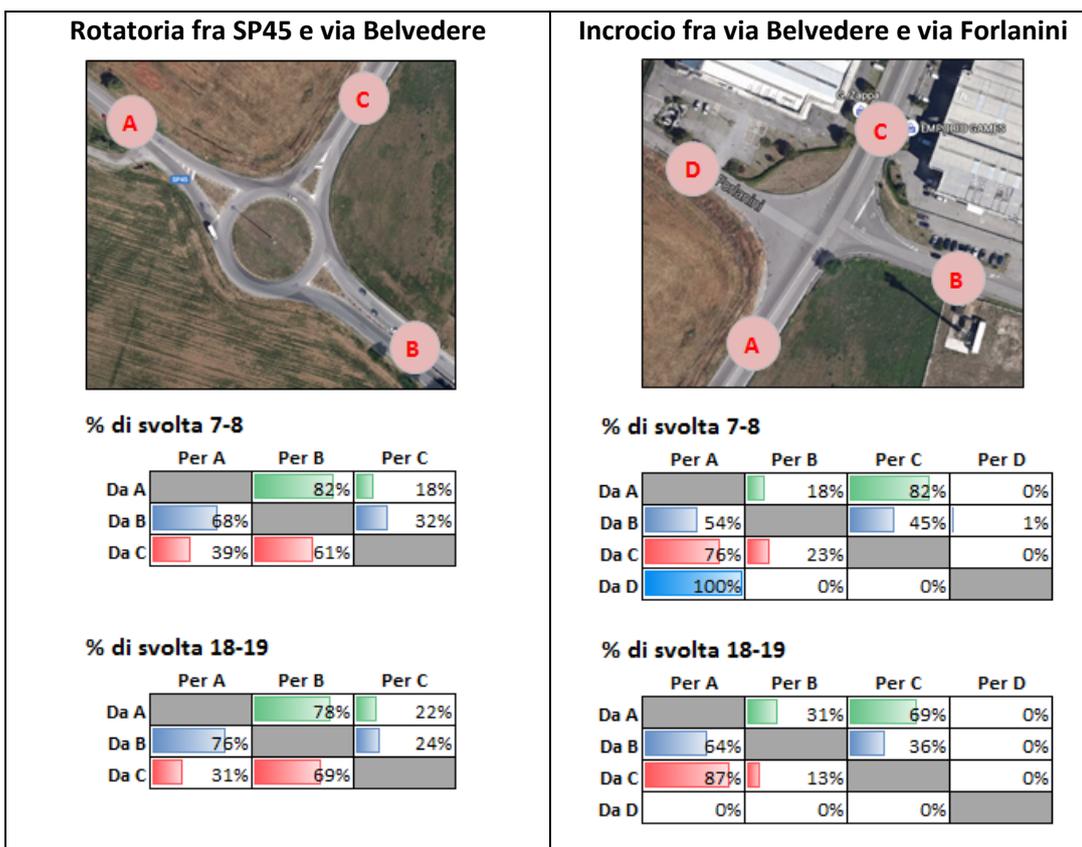
L'attività di monitoraggio automatico del traffico veicolare è stata affiancata da rilievi manuali delle manovre di svolta, effettuati sia presso la rotatoria fra la SP45 e via Belvedere che all'intersezione fra quest'ultima e via Forlanini, con lo scopo di caratterizzare esaurientemente la domanda di mobilità nell'area di

studio. Le manovre di svolta alle intersezioni sono state conteggiate nelle fasce orarie di punta mattutina e serale di un giorno feriale.

In Figura 3 sono riportati i risultati dei conteggi sotto forma di percentuali di svolta da ciascuna tratta stradale in ingresso all'area di incrocio verso le diverse tratte in uscita.

Come si può notare, la distribuzione degli spostamenti varia di poco al variare della fascia oraria considerata, in quanto la SP45 risulta in ogni caso assorbire gran parte della mobilità dell'area. Con particolare riferimento alla rotatoria, le relazioni A->B, B->A e C->B sono nettamente predominanti, rispettivamente per le 3 origini A, B e C, in entrambe le fasce orarie considerate. Analogamente, per l'intersezione fra via Belvedere e via Forlanini, le relazioni A->C e C->A sono predominanti per gli spostamenti originati da A e C, così come lo è in maniera meno netta la relazione B->A, per gli spostamenti con origine in B.

Figura 3 – Percentuali di svolta rilevate ai due incroci nelle ore di punta di un giorno feriale



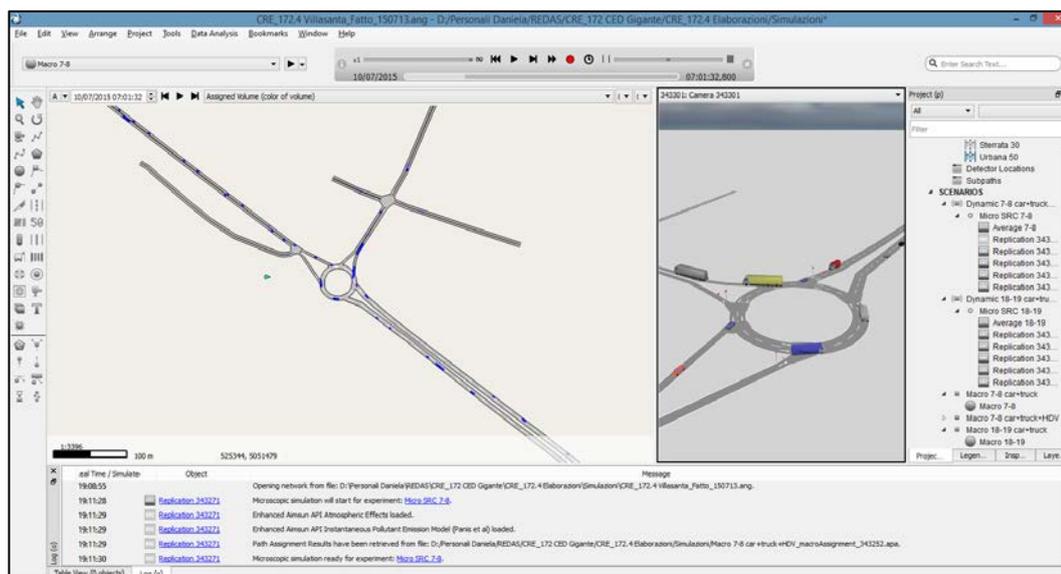
### 3.3. Implementazione del modello di simulazione

L'analisi dell'interazione tra offerta di trasporto e domanda di mobilità è stata sviluppata con il modello di simulazione del traffico Aimsun, della cui interfaccia si riporta un dettaglio nella successiva Figura 4.

Tale strumento implementa in sé una piattaforma di modelli per la simulazione dei sistemi di trasporto che consente di analizzare in dettaglio gli aspetti più svariati di sistemi anche complessi. Nel caso specifico, la sua applicazione è stata necessaria per:

- ottenere una stima della matrice O/D, rappresentativa della mobilità dell'area di studio, a partire dai dati di traffico raccolti mediante l'attività di monitoraggio automatico e i conteggi manuali;
- valutare a livello microscopico la qualità del deflusso veicolare in riferimento ad ogni elemento della rete, mediante la stima di parametri quali la densità veicolare, il ritardo medio, la lunghezza delle code, la velocità;
- valutare sempre a livello microscopico le quantità di inquinanti emesse dai veicoli che impegnano la rete stradale esaminata nelle fasce orarie maggiormente critiche, tenendo conto delle condizioni di moto dei singoli veicoli (velocità di marcia, accelerazione, decelerazione, tempi di stop, ecc.);
- analizzare le ricadute che l'intervento in progetto potrebbe determinare nell'area di studio, sia in termini di efficienza della rete stradale rispetto ai nuovi livelli di traffico, che in termini di impatto ambientale.

Figura 4 - Interfaccia del modello di simulazione



Aimsun consente di verificare il buon esito delle simulazioni mediante diversi strumenti di controllo e validazione dei risultati fra cui, non ultimo, la visualizzazione animata delle simulazioni stesse, che mettono in evidenza ad esempio i meccanismi di formazione delle code ed altre anomalie che possono compromettere il buon esito della simulazione.

### **3.3.1. Modello di offerta**

La costruzione del modello di offerta comporta la rappresentazione schematica delle caratteristiche fisiche e organizzative della stessa, in modo da sintetizzarne gli aspetti rilevanti e fornire un supporto adeguato alle procedure di simulazione dell'interazione fra offerta e domanda di mobilità.

Il modello di offerta di trasporto è rappresentato da un grafo di rete ai cui archi e nodi componenti sono associate delle caratteristiche quantitative: i nodi individuano le intersezioni presenti dell'area di studio, mentre gli archi sono rappresentativi delle relazioni esistenti tra i nodi, ovvero gli assi stradali compresi fra due nodi successivi. Associando ad ogni elemento del grafo i propri attributi quantitativi, che ne definiscono la risposta sia a livello statico che dinamico, quali la capacità, la velocità a deflusso libero, la funzione di costo, i parametri comportamentali degli utenti che lo percorrono (tempi di reazione, rispetto delle regole, tempi massimi di attesa agli stop, grado di cooperazione nell'effettuazione delle manovre di cambio corsia, ecc.) è stata implementata la rete rappresentativa dell'area di studio.

Le funzioni di costo individuate sono a doppia aliquota, in quanto tengono conto del tempo necessario a percorrere il singolo arco ( $t_R$ , funzione della lunghezza dell'arco,  $L_R$ , e della velocità media di deflusso,  $v_R$ ) e del ritardo subito in corrispondenza del nodo finale ( $t_{NF}$ ):

$$t = t_R + t_{NF} = \frac{L_R}{v_R} + t_{NF}$$

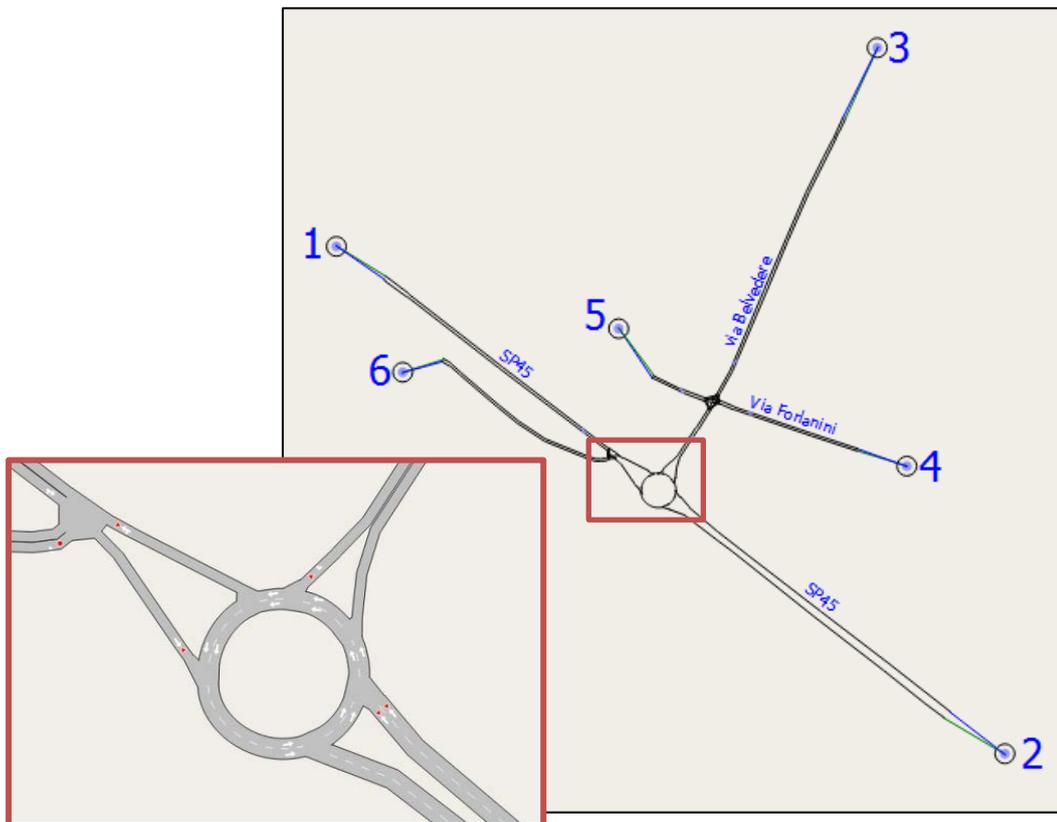
A partire da questo tipo di funzione e associando a nodi e archi le rispettive caratteristiche geometriche (lunghezza, numero di corsie, interconnessioni) e funzionali (velocità di libero deflusso, classi veicolari ammesse, manovre consentite, regole di precedenza, fasi dei cicli semaforici etc.) è stato compiutamente definito il modello di rete dell'area di studio.

Il grafo di rete utilizzato per la costruzione del modello di offerta è riportato nella Figura 5. Nella stessa figura è riportato il particolare della rotatoria, che ne mette in evidenza le regole di precedenza implementate nel modello.

Sempre in Figura 5 sono evidenti i 6 "centroidi di zona", rappresentativi delle origini e destinazioni degli spostamenti, opportunamente collegati alla rete con

archi fittizi rispettivamente di generazione e di 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 - Grafo di rete rappresentativo dell'offerta di trasporto nell'area di studio



### 3.3.2. Modello di domanda

Il modello di domanda permette di rappresentare gli spostamenti che vengono compiuti nell'area di studio, tra le diverse origini e destinazioni individuate, durante il periodo temporale di riferimento.

Come già evidenziato nel paragrafo 3.2, le simulazioni modellistiche sono state effettuate in riferimento alle due fasce orarie di punta, mattutina 7.00-8.00 e serale 18.00-19.00.

Il modello di domanda rappresentativo delle due fasce orarie suddette, è stato elaborato applicando ai dati di traffico rilevati la procedura del *Matrix Adjustment*, disponibile in Aimsun, che minimizza la differenza fra i flussi assegnati con approccio statico e i flussi rilevati nella fase di monitoraggio. L'applicazione di tale procedura si è resa necessaria per:

- minimizzare lo scostamento fra i diversi valori risultanti dal conteggio automatico e dal conteggio manuale;

- garantire l'equilibrio ai nodi nelle fasce orarie considerate che, a causa della dinamicità del fenomeno, dai conteggi non risulta mai esattamente verificato.

Il risultato di tale procedura correttiva consiste nella stima finale delle matrici O/D di autovetture e mezzi pesanti, per le due fasce orarie di riferimento 7.00-8.00 e 18.00-19.00, adottate ai fini modellistici e riportate in Tabella 4÷Tabella 7.

Sfruttando la funzionalità del software Aimsun, che consente di assegnare più matrici O/D contemporaneamente rappresentative delle diverse categorie veicolari, è stato possibile implementare distintamente le matrici O/D 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 di ingombro, performance, tempi di reazione, emissioni inquinanti, ecc.

Tabella 4 - Matrice O/D 7.00-8.00 – Auto e moto

	1	2	3	4	5	6	Totale
1		662	44	8	0	0	714
2	423		106	27	0	0	556
3	96	137		91	1	0	325
4	33	28	51		1	0	113
5	1	2	0	0		0	3
6	0	1	0	0	0		1
Totale	553	830	201	126	2	0	1.712

Tabella 5 – Matrice O/D 7.00-8.00 – Mezzi merci e pesanti

	1	2	3	4	5	6	Totale
1		129	98	24	0	0	251
2	19		69	10	0	0	98
3	28	36		0	0	0	64
4	0	0	0		0	0	0
5	0	0	0	0		0	0
6	0	0	0	0	0		0
Totale	47	165	167	34	0	0	413

Tabella 6 - Matrice O/D 18.00-19.00 – Auto e moto

	1	2	3	4	5	6	Totale
1		491	93	46	0	0	<b>630</b>
2	555		110	47	0	1	<b>713</b>
3	50	104		33	0	0	<b>187</b>
4	12	34	38		0	0	<b>84</b>
5	0	0	0	0		0	<b>0</b>
6	0	0	0	0	0		<b>0</b>
Totale	<b>617</b>	<b>629</b>	<b>241</b>	<b>126</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1.614</b>

Tabella 7 – Matrice O/D 18.00-19.00 – Mezzi merci e pesanti

	1	2	3	4	5	6	Totale
1		92	17	8	0	0	<b>117</b>
2	254		69	30	0	0	<b>353</b>
3	27	68		4	0	0	<b>99</b>
4	10	14	2		0	0	<b>26</b>
5	0	0	0	0		0	<b>0</b>
6	0	0	0	0	0		<b>0</b>
Totale	<b>291</b>	<b>174</b>	<b>88</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>595</b>

Come si può notare osservando i totali matriciali, il numero di spostamenti complessivamente stimato per le due fasce orarie considerate è molto simile. Sommando le due categorie veicolari, il totale matriciale è pari a 2.125, per la fascia oraria mattutina, mentre risulta di 2.209 per la fascia oraria serale, con una percentuale di mezzi merci/pesanti rispettivamente pari al 19% ed al 27%.

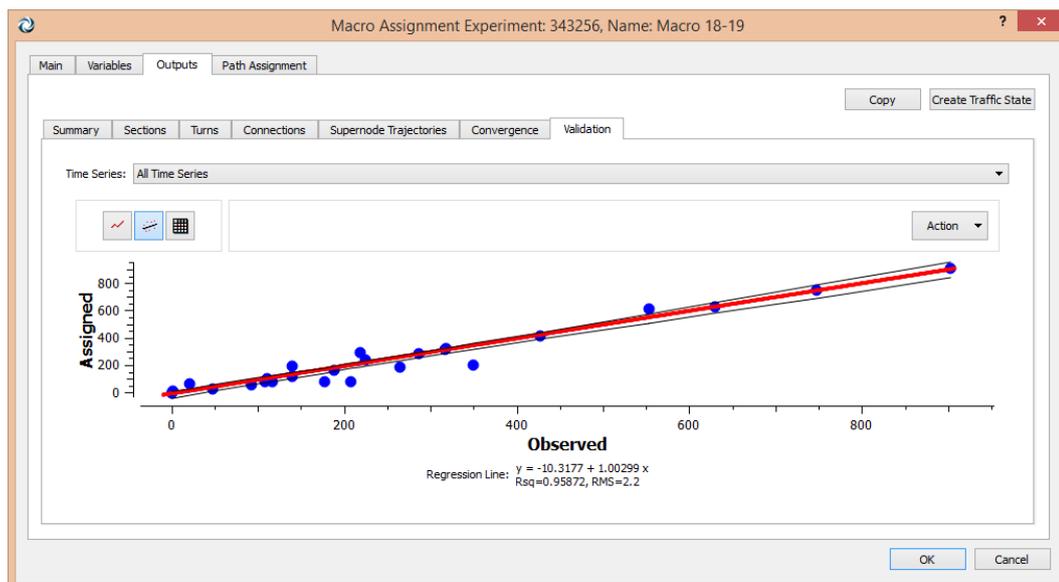
La relazione 1->2 al mattino registra il maggior numero di spostamenti, sia di autovetture che di mezzi pesanti, mentre alla sera la tendenza si inverte, con un numero maggiore di spostamenti dal centroide 2 all'1.

### 3.4. Calibrazione del modello di simulazione del traffico

A partire dalla schematizzazione geometrico-funzionale dell'offerta di trasporto e dalle matrici O/D rappresentative della mobilità dell'area, mediante analisi modellistiche di tipo macroscopico e microscopico è stato possibile ottenere la distribuzione dei carichi veicolari sui vari elementi della rete e la valutazione dei principali parametri di deflusso, che descrivono le attuali condizioni di circolazione nell'area di studio.

A garanzia di una fedele rappresentazione della realtà da parte del modello di simulazione, quest'ultimo è stato calibrato sulle reali condizioni di circolazione rilevate mediante la campagna di monitoraggio dei flussi di traffico e durante i sopralluoghi sul campo. La procedura iterativa messa in atto per calibrare il modello di simulazione ha consentito di pervenire ad un elevato livello di accostamento fra i risultati simulati e i dati rilevati, con un  $R^2=0,96$ , così come si evince dalla Figura 6.

Figura 6 – Calibrazione del modello di simulazione in Aimsun– Confronto fra flussi assegnati e flussi rilevati



I risultati delle simulazioni modellistiche confermano, così come direttamente rilevato sul campo, che il sistema viario analizzato risulta interessato da valori considerevoli dei flussi di traffico solo in riferimento alla viabilità principale, costituita essenzialmente dalla SP45 e dalla rotatoria con via Belvedere. Le tratte maggiormente trafficate di via Belvedere presentano in ogni caso valori del flusso equivalente che non superano il 60% della capacità, mentre su via Forlanini il rapporto flusso/capacità è sempre al di sotto del 20%.

I valori dei flussi su descritti fanno sì che attualmente il sistema analizzato non presenti particolari problemi di congestione; anche sulla SP45 in prossimità della rotatoria il traffico risulta sostenuto ma scorrevole, anche nelle ore di maggiore afflusso. Solo a ridosso della rotatoria e all'interno dell'anello giratorio, infatti, la velocità media di marcia scende al di sotto dei 40 km/h, mentre non si rilevano ritardi significativi, dovuti ad esempio ad accodamenti. L'unico modesto ritardo sul tempo medio di percorrenza viene stimato all'innesto di via Belvedere sulla rotatoria, dove si registrano valori dell'indicatore compresi fra 15 e 30 secondi.

#### **4. Sistema di trasporto nello Scenario 0: Stato di Fatto (P.A. vigente di Arcore)**

Nello Scenario 0 è prevista la realizzazione dell'intervento previsto dal piano attuativo, insistente sul Comune di Arcore.

Nei paragrafi successivi vengono descritte le variazioni sul sistema dell'offerta e della domanda di trasporto nell'area di studio, conseguenti alla realizzazione dell'intervento secondo quanto già approvato e disposto nel P.A. vigente del Comune di Arcore. Si riportano infine i risultati delle simulazioni modellistiche condotte per tale scenario.

##### **4.1. Variazioni nel sistema di offerta**

Il sistema di offerta nello Scenario 0 non comprende variazioni infrastrutturali, in quanto il piano attuativo prevede che venga utilizzato l'accesso già esistente su via Forlanini. La configurazione e la regolamentazione del corrispondente incrocio saranno anch'esse invariate, conservando l'attuale organizzazione a raso, con STOP per i veicoli provenienti da via Forlanini.

##### **4.2. Variazioni nel sistema di domanda**

Per rappresentare la domanda di mobilità nello Scenario 0, il modello di domanda è stato aggiornato aggiungendo i veicoli afferenti all'indotto della struttura, secondo la diversa classe di appartenenza (veicoli privati e merci).

L'indotto generato dall'intervento approvato (Scenario 0) è stato quantificato sulla base degli elaborati progettuali forniti dalla Committenza. Inoltre, per ricostruire verosimilmente la distribuzione temporale dei flussi di traffico di veicoli privati e merci in ingresso e in uscita dalla struttura, si è fatto riferimento alla relazione riportante la descrizione delle operazioni di processo.

Dal documento suddetto risulta che l'arrivo dei veicoli merci presso la struttura produttiva è previsto dalle 18.00 alle 2.00. A vantaggio di sicurezza, si può dunque ipotizzare che fra le 18.00 e le 19.00, fascia oraria di riferimento per le simulazioni modellistiche, ne arrivino il 15% del totale stimato. La partenza dei veicoli merci avviene invece sin dalle prime ore del mattino fino a poco dopo le 8.00, per garantire le consegne ai punti vendita fra le 6.00 e le 9.00. Si ipotizza dunque che fra le 7.00 e le 8.00, fascia oraria di riferimento per le simulazioni modellistiche, partono il 30% dei veicoli complessivamente stimati.

Sempre dallo stesso documento, risulta anche il numero di addetti alle varie mansioni. Si è potuto così quantificare il numero di veicoli privati generati e attratti nelle 2 fasce orarie simulate, supponendo che la quasi totalità degli

addetti arrivi nella fascia oraria mattutina 7.00-8.00 e lasci il luogo di lavoro nella fascia oraria serale 18.00-19.00.

Il numero totale di veicoli privati stimati, in arrivo e in partenza nelle due fasce orarie considerate, sono stati distribuiti fra le 6 origini e destinazioni, in proporzione rispettivamente all'attuale potere generativo e attrattivo risultante per ognuna di esse.

Per la distribuzione spaziale dei veicoli merci è stata analizzata la viabilità di collegamento fra la nuova struttura e i diversi punti vendita gravitanti su di essa, che sono in totale 54, di cui 36 in Lombardia, 15 in Piemonte e 3 in Emilia Romagna. È stato così possibile proporzionare il traffico merci generato/attratto dai 6 centroidi di zona, sulla base del grado di utilizzo delle diverse direttrici di traffico ad essi connesse.

Nelle Tabella 8÷Tabella 11 sono riportate le matrici O/D rappresentative della domanda complessivamente risultante nello Scenario 0.

Tabella 8 – Scenario 0 - Matrice O/D 7.00-8.00 – Auto e moto

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	662	44	8	9	0	<b>723</b>
2	423	0	106	27	10	0	<b>566</b>
3	96	137	0	91	5	0	<b>329</b>
4	33	28	51	0	2	0	<b>114</b>
5	1	2	0	0	0	0	<b>3</b>
6	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
Totale	<b>553</b>	<b>830</b>	<b>201</b>	<b>126</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>1736</b>

Tabella 9 – Scenario 0 – Matrice O/D 7.00-8.00 – Mezzi merci e pesanti

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	129	98	24	0	0	<b>251</b>
2	19	0	69	10	0	0	<b>98</b>
3	28	36	0	0	0	0	<b>64</b>
4	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
5	2	28	0	0	0	0	<b>30</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Totale	<b>49</b>	<b>193</b>	<b>167</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>443</b>

Tabella 10 – Scenario 0 - Matrice O/D 18.00-19.00 – Auto e moto

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	491	93	46	0	0	630
2	555	0	110	47	0	1	713
3	50	104	0	33	0	0	187
4	12	34	38	0	0	0	84
5	9	10	4	1	0	0	24
6	0	0	0	0	0	0	0
Totale	626	639	245	127	0	1	1638

Tabella 11 – Scenario 0 – Matrice O/D 18.00-19.00 – Mezzi merci e pesanti

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	92	17	8	1	0	118
2	254	0	69	30	14	0	367
3	27	68	0	4	0	0	99
4	10	14	2	0	0	0	26
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Totale	291	174	88	42	15	0	610

#### 4.3. Risultati delle analisi modellistiche – Efficienza della rete

Le risultanze delle analisi modellistiche per lo Scenario 0, relative alle due fasce orarie considerate, mattutina 7.00-8.00 e serale 18.00-19.00 del giorno feriale, sono state elaborate su apposite tavole grafiche che, attraverso opportuni cromatismi, permettono di valutare l'efficienza della rete nelle condizioni di traffico attuali. In particolar modo, si è ritenuto opportuno predisporre le seguenti tavole:

- Figura 7 – Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche - Flussi di traffico assegnati [Veic.Eq/h]
- Figura 8 - Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche – Grado di congestione in termini di rapporto flusso/capacità [%]
- Figura 9 – Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Densità veicolare [veic/km]
- Figura 10– Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Velocità media [km/h]
- Figura 11– Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Ritardo medio [sec]

Si precisa che il flusso di traffico schematizzato in Figura 7 (e rapportato alla capacità per valutare il grado di congestione rappresentato in Figura 8) è espresso in veicoli equivalenti, mentre tutti gli altri parametri, rappresentati nelle figure successive, fanno riferimento alle condizioni di deflusso ottenute assegnando con approccio dinamico le matrici delle diverse categorie veicolari, al fine di ottenere dei risultati che meglio replicano la realtà, come espresso nei paragrafi precedenti. Come coefficiente di equivalenza è stato utilizzato 1,9 per i veicoli merci leggeri (di lunghezza <11,5 m) e 2,5 per i veicoli merci pesanti (di lunghezza  $\geq 11,5$  m).

Fra gli indicatori microscopici considerati, non è presente quello relativo agli accodamenti, in quanto le simulazioni non hanno evidenziato code di entità significativa.

Dall'analisi delle risultanze delle simulazioni macroscopiche si può notare come l'insediamento produttivo non comporta modificazioni importanti nella distribuzione dei flussi di traffico sulla rete esaminata. In particolare si può notare che il leggero incremento del flusso equivalente, dovuto alla presenza dei veicoli afferenti all'indotto della struttura, comporta un altrettanto leggero innalzamento del rapporto flusso/capacità visibile, in entrambe le fasce orarie di punta, sulla tratta della SP45 ad unica corsia per senso di marcia e, al mattino, anche sulla tratta di via Belvedere che da via Forlanini va verso la rotatoria.

A livello microscopico, tali modificazioni si traducono in un leggero incremento dei tempi di attesa sia alla rotatoria che all'incrocio fra via Belvedere e via Forlanini, con particolare evidenza nella bassa velocità di percorrenza dell'arco di via Forlanini che garantisce l'accesso alla nuova struttura.

Figura 7 – Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche - Flussi di traffico assegnati [Vec.Eq/h]

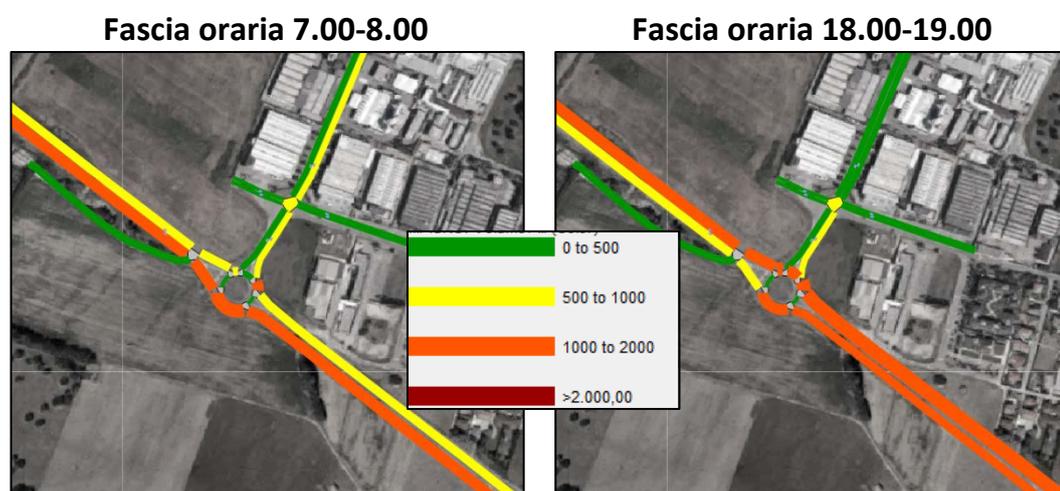


Figura 8 - Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche – Grado di congestione in termini di rapporto flusso/capacità [%]

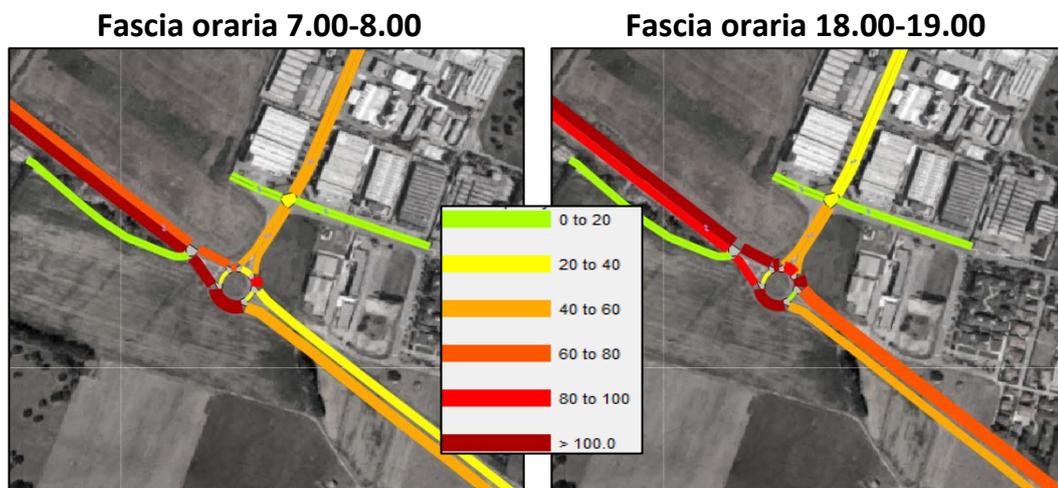


Figura 9 – Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Densità veicolare [veic/km]



Figura 10– Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Velocità media [km/h]



Figura 11– Scenario 0 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Ritardo medio [sec]



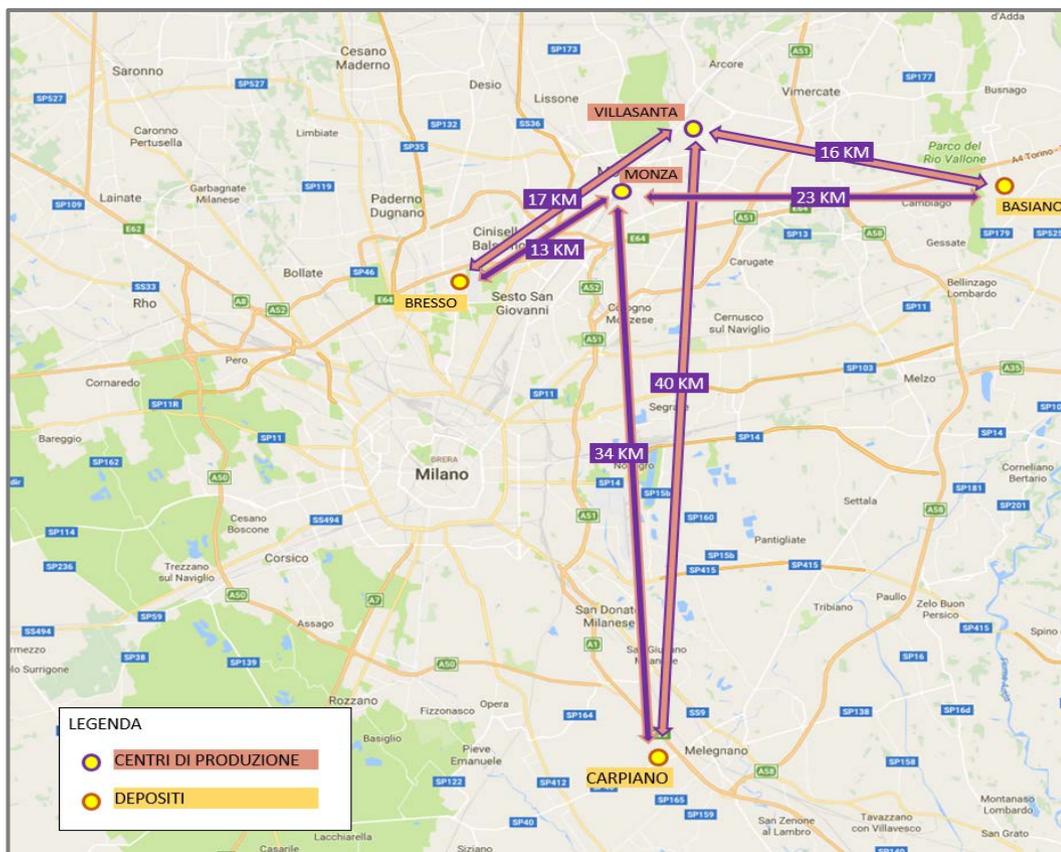
### **5. Sistema di trasporto nello Scenario 1: Stato di Progetto (SUAP)**

Nello Scenario 1, rappresentativo dello Stato di Progetto, viene ipotizzato il ripensamento dell'intervento approvato, già indicato come Scenario 0, mediante la realizzazione di un centro di produzione e di confezionamento deposito e distribuzione ai punti vendita, insistente in parte sul Comune di Arcore e in parte su quello di Villasanta, che costituisce ampliamento sia ampliamento del già esistente centro di produzione in Comune di Villasanta sia rilocalizzazione di altri centri deposito dell'operatore.

È fondamentale sottolineare il carattere strategico dell'intervento proposto nello Stato di Progetto.

L'ampliamento dell'attività produttiva consentirebbe, infatti, una decisiva riorganizzazione della distribuzione delle merci a livello sovra-locale accentrando, in un unico punto, l'ampliamento della produzione attualmente garantita da Villasanta, nonché i depositi di fresco, grocery e bazar attualmente ubicati rispettivamente a Carpiano, Basiano e Bresso.

Figura 12 – Scenario 1 - Spostamenti di veicoli merci che verrebbero eliminati dalla riorganizzazione della catena logistica



L'accentramento delle produzioni e dei depositi comporterebbe un'importante riduzione della percorrenza media giornaliera dei mezzi utilizzati nella catena logistica aziendale, garantendo un **risparmio chilometrico stimabile in 500.000 km/anno**, derivante per lo più dall'annullamento del servizio di navetta tra i vari depositi/centri di produzione, schematizzati nella precedente Figura 12, ma anche dall'ottimizzazione dei carichi, così come illustrato in relazione attività.

La riduzione del numero di mezzi pesanti in circolazione sulla rete stradale attualmente interessata dagli spostamenti navetta, che come si può dedurre dalla Figura 12 corrisponde alla viabilità primaria a servizio di Milano e del suo hinterland, si tradurrà in un evidente beneficio per la collettività, in termini di :

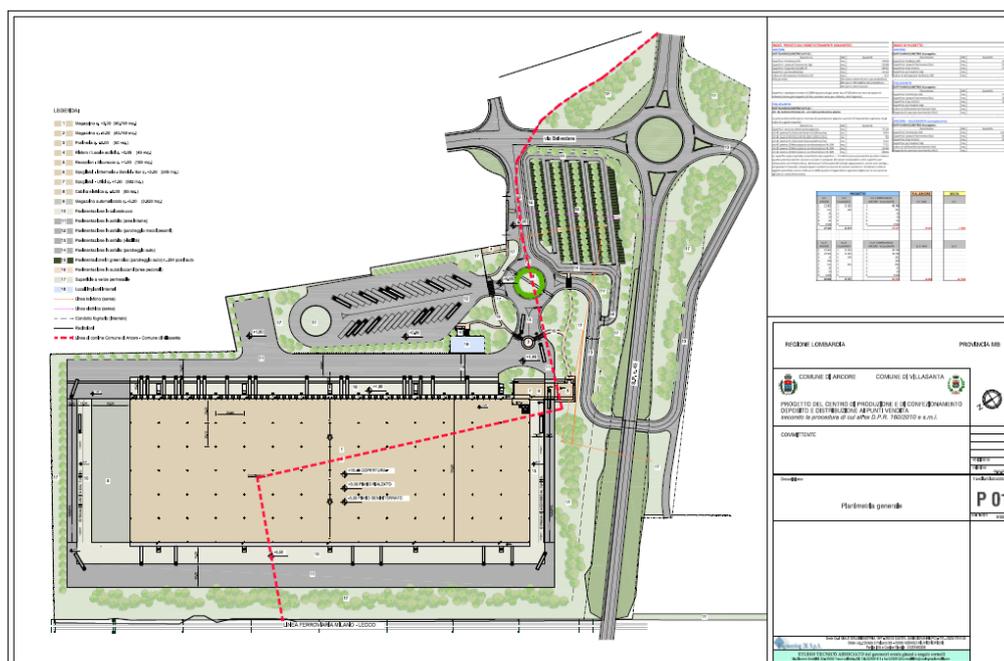
- riduzione, seppur minima, del grado di congestione su arterie viarie già interessate da livelli di traffico molto prossimi se non addirittura superiori alla propria capacità, con conseguente **fluidificazione del traffico e minor rischio di incidenti**;
- riduzione delle emissioni inquinanti da traffico, sia acustiche che atmosferiche, **a vantaggio di una migliore sostenibilità ambientale**.

Nei due paragrafi successivi vengono descritti nel dettaglio le variazioni sul sistema dell'offerta e della domanda di trasporto, conseguenti all'ampliamento dell'attività produttiva e, in ultimo, vengono presentati i risultati delle simulazioni modellistiche condotte su tale configurazione ipotetica del sistema.

### 5.1. Variazioni nel sistema di offerta

In relazione al ripensamento progettuale costituito dallo Scenario 1, si è ritenuto opportuno proporre un potenziamento del sistema di offerta mediante la realizzazione di una nuova bretella viaria a servizio della nuova struttura, che si collegherà direttamente alla rotatoria fra la SP45 e via Belvedere; inoltre, l'accesso di via Forlanini e la suddetta bretella confluiranno entrambi in una mini rotatoria di nuova realizzazione che avrà la funzione di smistare il traffico dei veicoli merci e delle auto afferenti all'indotto della nuova struttura, fra le aree adibite a parcheggio e i magazzini di stoccaggio della merce (Figura 13).

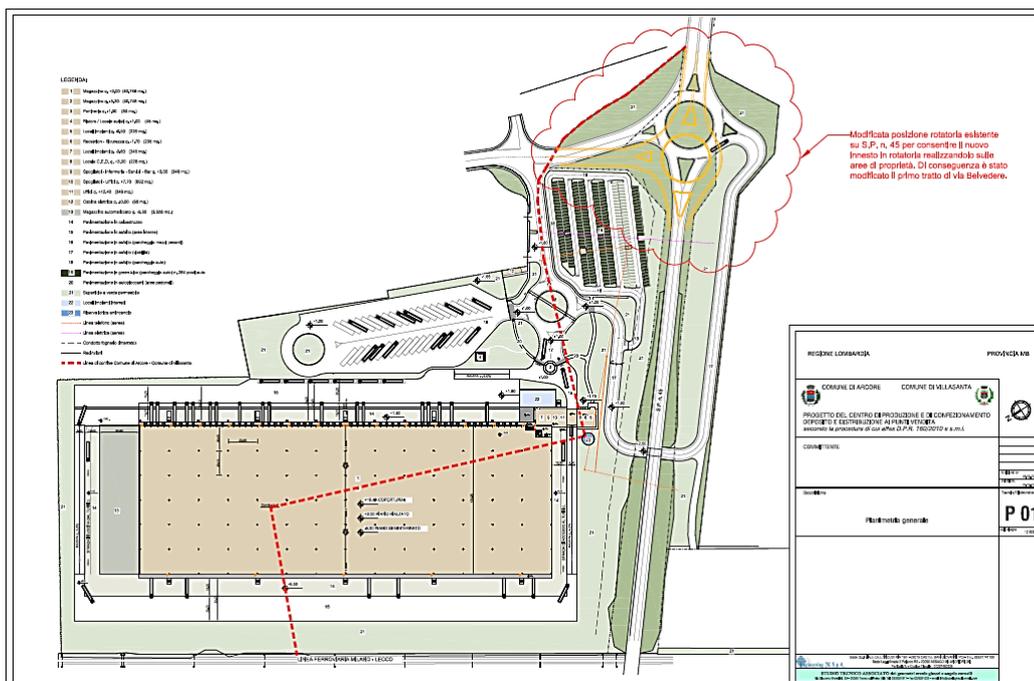
Figura 13 – Elaborato progettuale - Planimetria generale



Le modificazioni infrastrutturali su descritte, con particolare riferimento alla realizzazione del nuovo braccio della rotatoria posta sulla SP45, comporterebbero l'occupazione di terreni di sedime attualmente non di proprietà del Proponente. Al fine di superare eventuali difficoltà connesse all'acquisizione di tali suoli, è allo studio una soluzione infrastrutturale alternativa alla precedente, che potrebbe prevedere una leggera traslazione della rotatoria suddetta, come schematizzato in Figura 14.

A tal proposito si precisa che nell’ambito del presente studio viabilistico si è fatto riferimento alla configurazione del sistema di offerta riportata in Figura 13, in quanto configurazioni diverse ma così simili a quella valutata inizialmente, come nel caso dell’ipotesi rappresentata in Figura 14, non comporterebbero variazioni apprezzabili nelle condizioni di circolazione e, più in generale, delle performance del sistema analizzato.

Figura 14 – Elaborato progettuale - Planimetria generale con rotatoria “traslata”



In Figura 15 è riportato il grafo di rete rappresentativo dell’offerta viaria nello Scenario 1, in cui l’indotto della nuova struttura confluisce nel centroide 5. Al fine di modellare in maniera corretta la distribuzione del traffico delle auto e dei veicoli merci fra le diverse aree di parcheggio e stoccaggio del centro di produzione e di confezionamento deposito e distribuzione ai punti vendita, è stato necessario:

- creare due classi veicolari distinte in riferimento a veicoli privati e merci;
- riservare l’utilizzo di ciascun arco connettore in ingresso/egresso alla classe corrispondente allo specifico utilizzo dell’area (parcheggio addetti, parcheggio mezzi merci, magazzini di stoccaggio).

La Figura 16 fa riferimento all’implementazione di quanto su descritto.

Figura 15 – Grafo di rete rappresentativo dello Scenario 1

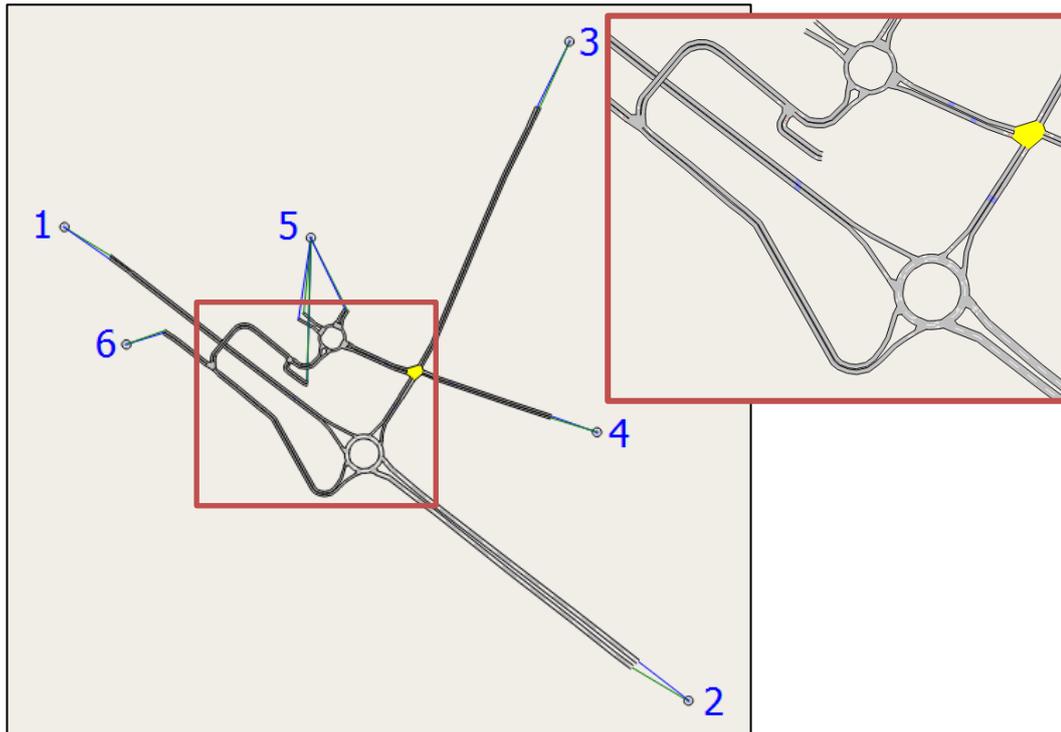


Figura 16 – Scenario 1 - Modellazione dell'indotto del centroide 5

Centroid: 343123, Name: ZonalIndustriale, External ID: 5 (Layer: Network)

Main Values O/D Routes Time Series Attributes OSM

Name: ZonalIndustriale External ID: 5

Connections

Dynamic Simulators

Same Percentages to All

Use Origin Percentage  Use Destination Percentage

Total Percentage in Class: [Dropdown] Generates to: [Dropdown] Attracts from: [Dropdown]

Type	Object	ID	Percentage (Dynamic simulators)	Vehicle Class (Dynamic simulators)	VDF (Macro)
Generates to	Section	343359	50,00	343427: Freight class	Default
Attracts from	Section	343360	50,00	343427: Freight class	Default
Generates to	Section	343362	50,00	343427: Freight class	Default
Attracts from	Section	343361	50,00	343427: Freight class	Default
Generates to	Section	343413	100,00	343426: Car class	Default
Attracts from	Section	343412	100,00	343426: Car class	Default

New Delete Show Connection Attributes

Information

This centroid is in the centroid configuration 341586: Centroid Configuration 341586

OK Cancel

## 5.2. Variazioni nel sistema di domanda

L'indotto che potrebbe essere generato dall'intervento in progetto è stato quantificato analogamente a quanto assunto per lo Scenario 0, sulla base dell'ampiezza della struttura e sulla tipologia di attività che essa ospiterà, così come la distribuzione temporale dei veicoli privati e merci afferenti l'indotto è stata ricostruita sulla base della relazione riportante la descrizione delle operazioni di processo. Per maggiori dettagli sui criteri assunti per il calcolo dell'indotto si rimanda al paragrafo 4.2. Nelle Tabella 12÷Tabella 15 sono riportate le matrici O/D rappresentative della domanda stimata per lo Scenario 1.

Tabella 12 – Scenario 1 – Matrice O/D 7.00-8.00 – Auto e moto

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	662	44	8	23	0	<b>737</b>
2	423	0	106	27	24	0	<b>580</b>
3	96	137	0	91	10	0	<b>334</b>
4	33	28	51	0	4	0	<b>116</b>
5	1	2	0	0	0	0	<b>3</b>
6	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
Totale	<b>553</b>	<b>830</b>	<b>201</b>	<b>126</b>	<b>61</b>	<b>0</b>	<b>1771</b>

Tabella 13 – Scenario 1 – Matrice O/D 7.00-8.00 – Mezzi merci e pesanti

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	129	98	24	0	0	<b>251</b>
2	19	0	69	10	0	0	<b>98</b>
3	28	36	0	0	0	0	<b>64</b>
4	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
5	4	67	0	0	0	0	<b>71</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Totale	<b>51</b>	<b>232</b>	<b>167</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>484</b>

Tabella 14 – Scenario 1 – Matrice O/D 18.00-19.00 – Auto e moto

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	491	93	46	0	0	<b>630</b>
2	555	0	110	47	0	1	<b>713</b>
3	50	104	0	33	0	0	<b>187</b>
4	12	34	38	0	0	0	<b>84</b>
5	23	24	9	3	0	0	<b>59</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Totale	<b>640</b>	<b>653</b>	<b>250</b>	<b>129</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1673</b>

Tabella 15 – Scenario 1 – Matrice O/D 18.00-19.00 – Mezzi merci e pesanti

	1	2	3	4	5	6	Totale
1	0	92	17	8	2	0	119
2	254	0	69	30	33	0	386
3	27	68	0	4	0	0	99
4	10	14	2	0	0	0	26
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
Totale	291	174	88	42	35	0	630

### 5.3. Risultati delle analisi modellistiche – Efficienza della rete

I risultati delle simulazioni modellistiche condotte sullo Stato di Progetto, rappresentativo dell'intervento che interessa sia il Comune di Arcore che quello di Villasanta, sono rappresentati graficamente nelle seguenti mappe tematiche:

- Figura 17 – Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche - Flussi di traffico assegnati [Vaic.Eq/h]
- Figura 18 - Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche – Grado di congestione in termini di rapporto flusso/capacità [%]
- Figura 19 – Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Densità veicolare [veic/km]
- Figura 20– Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Velocità media [km/h]
- Figura 21– Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Ritardo medio [sec]

Dai risultati ottenuti dalle simulazioni macroscopiche, si evidenzia come la realizzazione del progetto Scenario 1 non comporta modificazioni nei livelli di traffico particolarmente evidenti. Al contrario, il grado di congestione delle diverse tratte stradali resta pressoché invariato rispetto a quello stimato per lo Scenario 0, mentre la viabilità di nuova realizzazione a servizio della struttura logistica/produttiva presenta valori dei flussi di traffico estremamente contenuti.

Le condizioni di deflusso evidenziate dalle simulazioni microscopiche si mantengono complessivamente buone e paragonabili a quelle stimate per lo Scenario 0. Analizzando la variazione degli indicatori di efficienza della rete, complessivamente si può notare come la viabilità di nuova realizzazione a servizio della struttura garantisce il corretto inserimento viabilistico dell'intervento, soprattutto per quanto concerne i mezzi pesanti, evitando ogni criticità sul deflusso veicolare a ridosso della rotatoria fra la SP45 e via Belvedere e nell'intersezione fra quest'ultima e via Forlanini.

Figura 17 – Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche - Flussi di traffico assegnati [Veic.Eq/h]

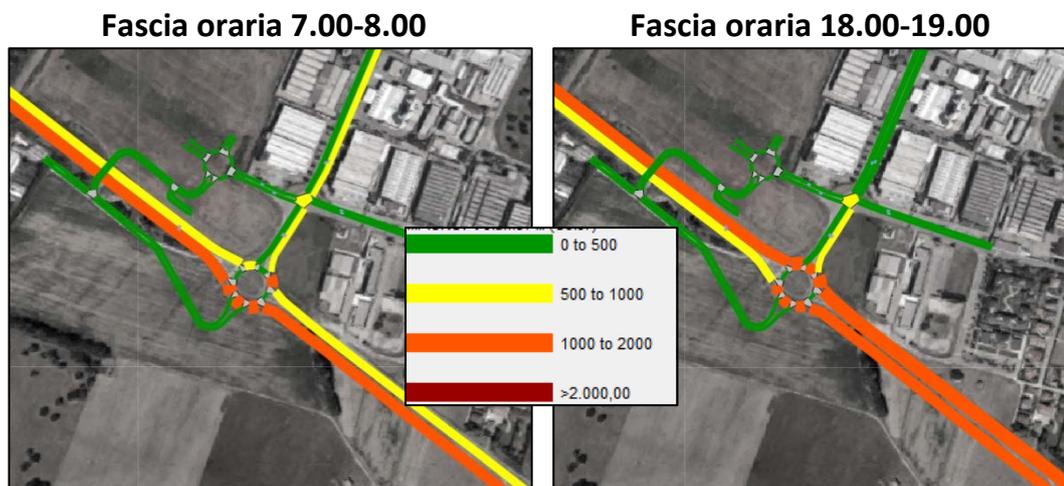


Figura 18 - Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni macroscopiche – Grado di congestione in termini di rapporto flusso/capacità [%]

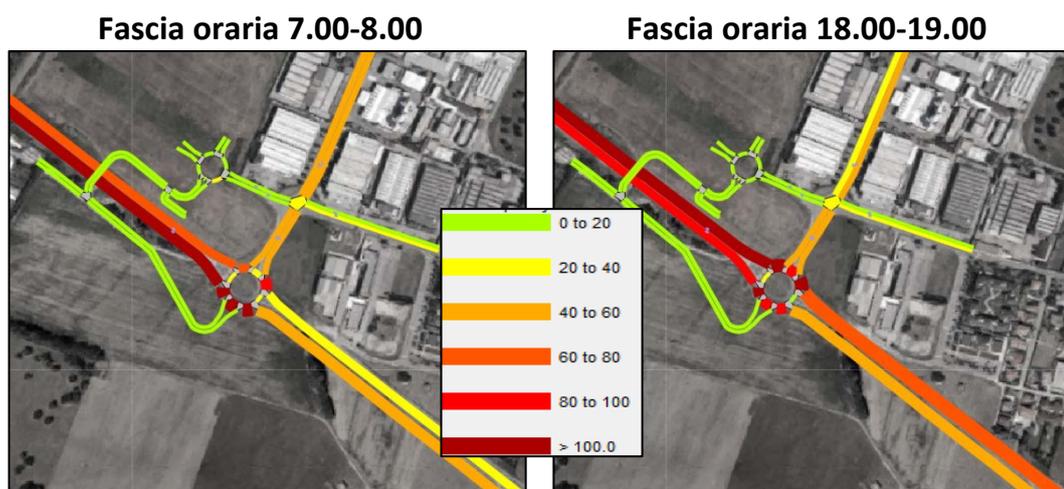


Figura 19 – Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Densità veicolare [veic/km]

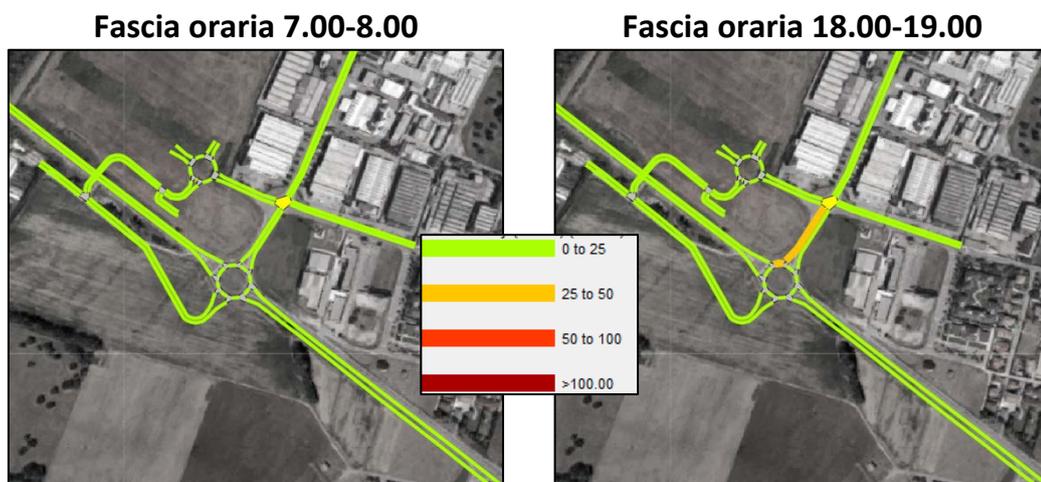


Figura 20– Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Velocità media [km/h]

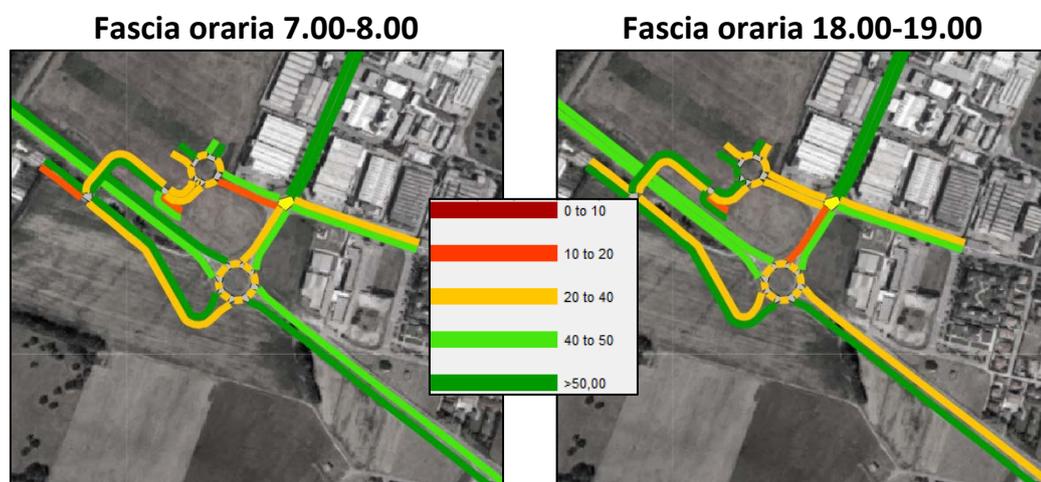
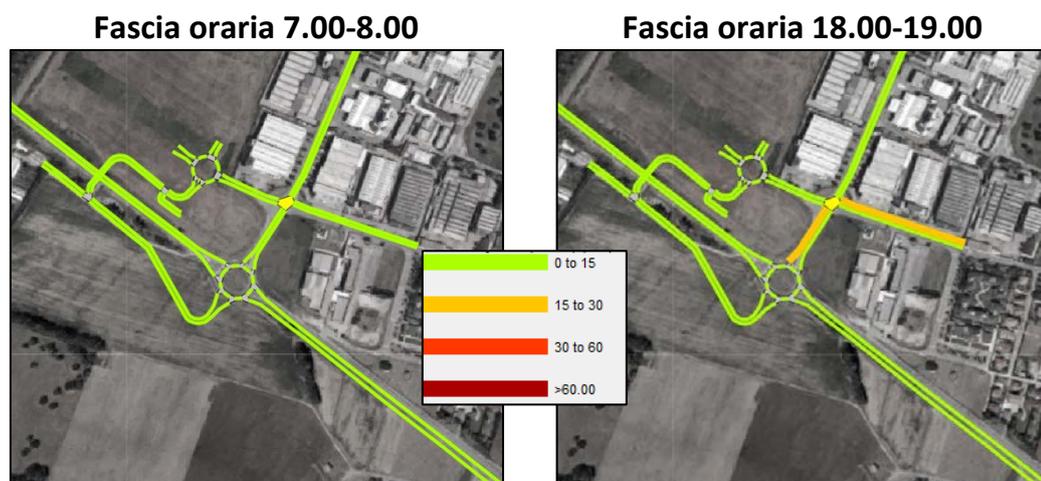


Figura 21– Scenario 1 - Risultanze delle simulazioni microscopiche – Ritardo medio [sec]



## 6. Analisi comparativa dell'efficienza delle intersezioni

Oltre all'analisi dei valori assunti dagli indicatori prestazionali in riferimento ai singoli elementi del sistema viario a servizio dell'area di studio, sono stati confrontati i valori degli indicatori complessivamente registrati sugli archi stradali che confluiscono nella rotatoria e nell'incrocio fra via Belvedere e via Forlanini, con particolare riferimento al flusso in ingresso nell'area di incrocio.

A garanzia della confrontabilità dei risultati nei due scenari, sono stati esclusi dall'analisi comparativa gli archi stradali a servizio del centro di produzione e di confezionamento deposito e distribuzione ai punti vendita, ossia il quarto braccio insistente in rotatoria nello scenario di progetto e la tratta di via Forlanini che consente l'ingresso nell'area di intervento. I risultati ottenuti per le 2 fasce orarie oggetto di simulazione modellistica sono riportati in Tabella 16÷Tabella 19.

Dall'analisi dei risultati tabellati, si evince come la variazione dei diversi indicatori che si registra fra i due scenari risulta contenuta, sia in riferimento alla rotatoria che all'incrocio Belvedere/Forlanini.

Particolarmente modeste sono le variazioni stimate sugli indicatori macroscopici, in riferimento al flusso equivalente in ingresso nelle due aree di incrocio ed al relativo grado di congestione, ottenuto come rapporto flusso/capacità. Tuttavia è immediato notare come l'incremento di traffico che potrebbe verificarsi nell'ora di punta mattutina 7.00-8.00 sia sulla rotatoria che sull'incrocio, assuma valori superiori per lo Scenario 0 rispetto allo Scenario 1, tant'è che l'indicatore di variazione fra le due configurazioni assume segno negativo sia per il flusso equivalente che per il grado di congestione.

Ciò è da imputarsi all'efficacia della nuova viabilità nel garantire la corretta distribuzione dei mezzi pesanti in partenza dall'impianto produttivo in direzione dei punti vendita.

Tabella 16 – Fascia oraria 7.00-8.00 - Analisi comparativa delle condizioni di deflusso sugli archi stradali in ingresso alla rotatoria

	<b>Indicatori macroscopici</b>		<b>Indicatori microscopici</b>		
	<b>Flusso Equivalente</b>	<b>Grado di congestione</b>	<b>Densità veicolare</b>	<b>Velocità media</b>	<b>Ritardo medio</b>
<i>Scenario 1 vs Scenario 0</i>	-1%	-2%	+9%	-6%	+64%

Tabella 17 – Fascia oraria 18.00-19.00 - Analisi comparativa delle condizioni di deflusso sugli archi stradali in ingresso alla rotatoria

	<b>Indicatori macroscopici</b>		<b>Indicatori microscopici</b>		
	<b>Flusso Equivalente</b>	<b>Grado di congestione</b>	<b>Densità veicolare</b>	<b>Velocità media</b>	<b>Ritardo medio</b>
<i>Scenario 1</i> vs <i>Scenario 0</i>	+3%	+2%	+27%	-10%	+44%

Tabella 18 – Fascia oraria 7.00-8.00 - Analisi comparativa delle condizioni di deflusso sugli archi stradali in ingresso all'incrocio fra via Belvedere e via Forlanini

	<b>Indicatori macroscopici</b>		<b>Indicatori microscopici</b>		
	<b>Flusso Equivalente</b>	<b>Grado di congestione</b>	<b>Densità veicolare</b>	<b>Velocità media</b>	<b>Ritardo medio</b>
<i>Scenario 1</i> vs <i>Scenario 0</i>	-2%	-2%	+6%	-1%	0%

Tabella 19 - – Fascia oraria 18.00-19.00 - Analisi comparativa delle condizioni di deflusso sugli archi stradali in ingresso all'incrocio fra via Belvedere e via Forlanini

	<b>Indicatori macroscopici</b>		<b>Indicatori microscopici</b>		
	<b>Flusso Equivalente</b>	<b>Grado di congestione</b>	<b>Densità veicolare</b>	<b>Velocità media</b>	<b>Ritardo medio</b>
<i>Scenario 1</i> vs <i>Scenario 0</i>	+2%	+2%	+3%	-1%	+9%

## **7. Analisi comparativa dei livelli di inquinanti emessi**

Il modello di simulazione utilizzato per stimare i nuovi livelli di traffico e le condizioni di deflusso derivanti dall'intervento in progetto, è stato utilizzato anche per effettuare una valutazione del possibile incremento di emissioni inquinanti prodotte, a ridosso dell'area di intervento.

Le emissioni inquinanti sono state valutate mediante il modello di *Panis et al.*<sup>1</sup>, implementato nel software di simulazione Aimsun. Tale modello ambientale consente, a partire dalle condizioni di moto dei singoli veicoli in circolazione, di ottenere una stima della quantità dei principali inquinanti prodotti dal traffico

<sup>1</sup> Luc Int Panis, Steven Broekx, Ronghui Liu (2006), "Modelling instantaneous traffic emission and the influence of traffic speed limits"

veicolare, ossia l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), 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 22÷Figura 25 si riporta l'andamento delle emissioni prodotte dai veicoli in circolazione sulla rete stradale durante il periodo di simulazione 7.00-8.00, rappresentativo dell'ora di punta mattutina, mentre in Tabella 20 si riporta un'analisi comparativa del livello complessivo di inquinanti registrato nelle diverse configurazioni analizzate, sempre per la stessa fascia oraria.

Figura 22 – Fascia oraria 7.00-8.00 - Quantità di CO<sub>2</sub> emessa nell'area di studio [g]

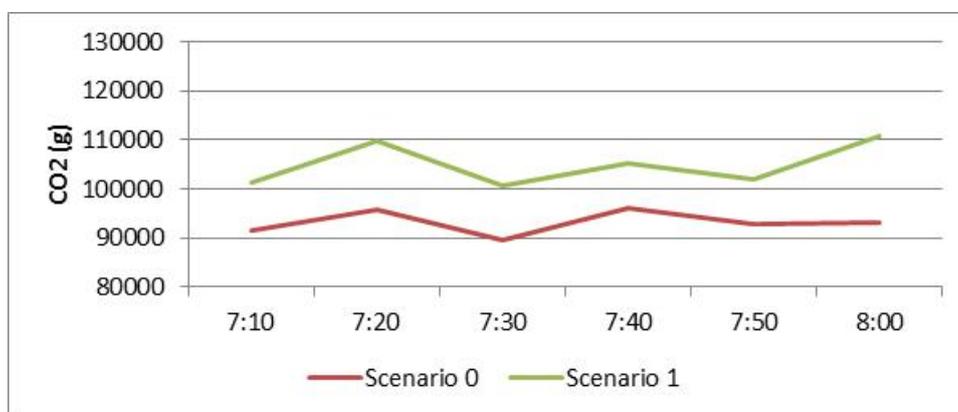


Figura 23 – Fascia oraria 7.00-8.00 - Quantità di NO<sub>x</sub> emessa nell'area di studio [g]

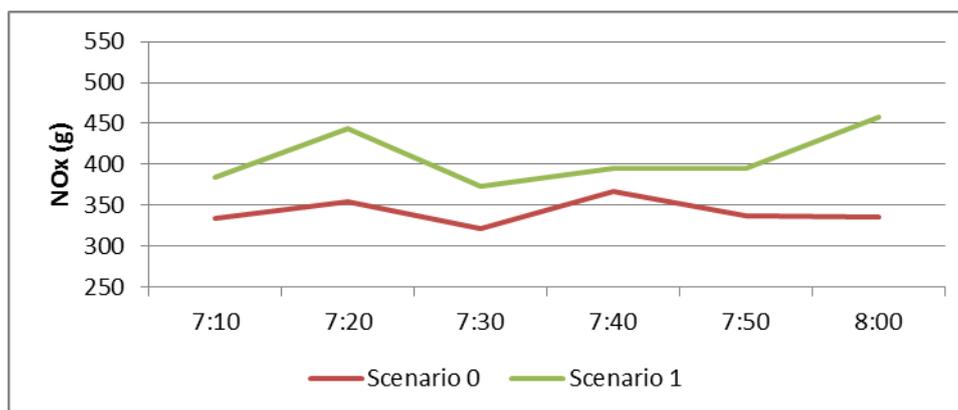


Figura 24 – Fascia oraria 7.00-8.00 - Quantità di PM emessa nell'area di studio [g]

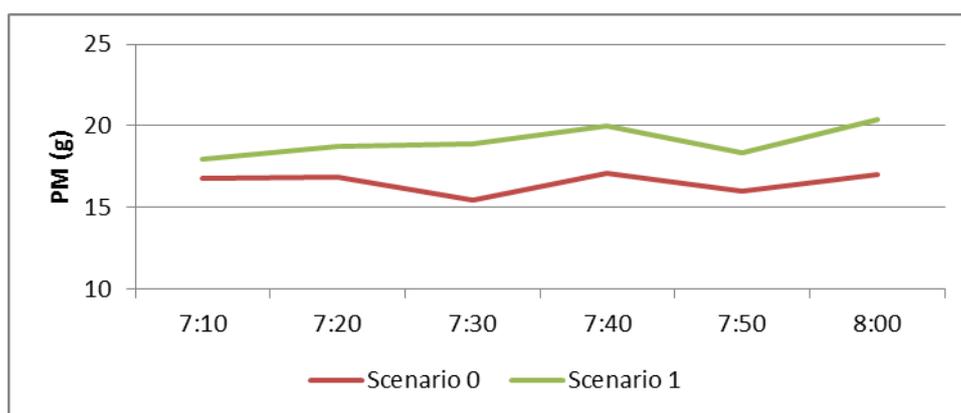


Figura 25 - Fascia oraria 7.00-8.00 - Quantità di VOC emessa nell'area di studio [g]

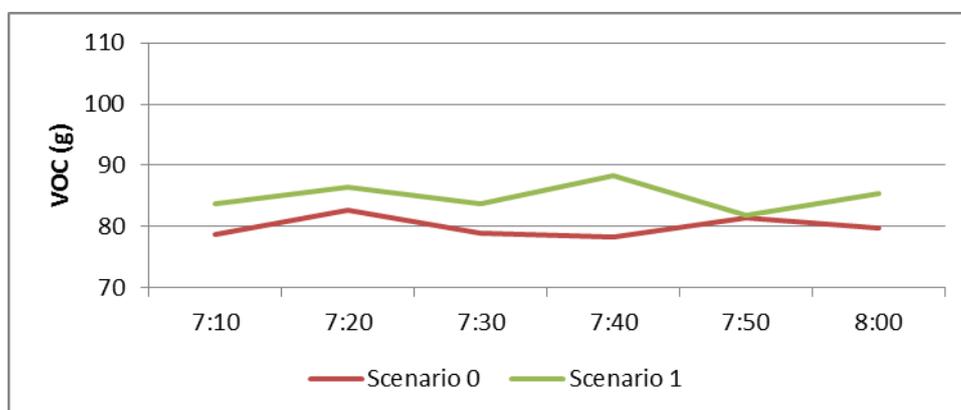


Tabella 20 – Fascia oraria 7.00-8.00 - Analisi comparativa dei livelli di inquinanti potenzialmente prodotti dal traffico veicolare

	CO2	NOx	PM	VOC
Scenario 1 vs Scenario 0	+13%	+20%	+15%	+6%

Nell'ipotesi di realizzazione dello Scenario 1, secondo la configurazione prevista nello Stato di Progetto su descritto, potrebbe verificarsi un innalzamento dei livelli degli inquinanti considerati.

Analogamente a quanto presentato per la fascia oraria mattutina, nelle Figura 26÷Figura 29 si riporta l'andamento delle emissioni prodotte dai veicoli in circolazione sulla rete stradale durante il periodo di simulazione 18.00-19.00, rappresentativo dell'ora di punta serale, mentre in Tabella 21 si riporta un'analisi

comparativa del livello complessivo di inquinanti registrato, sempre nella stessa fascia oraria, in riferimento alle due configurazioni analizzate.

Figura 26 – Fascia oraria 18.00-19.00 - Quantità di CO<sub>2</sub> emessa nell'area di studio [g]

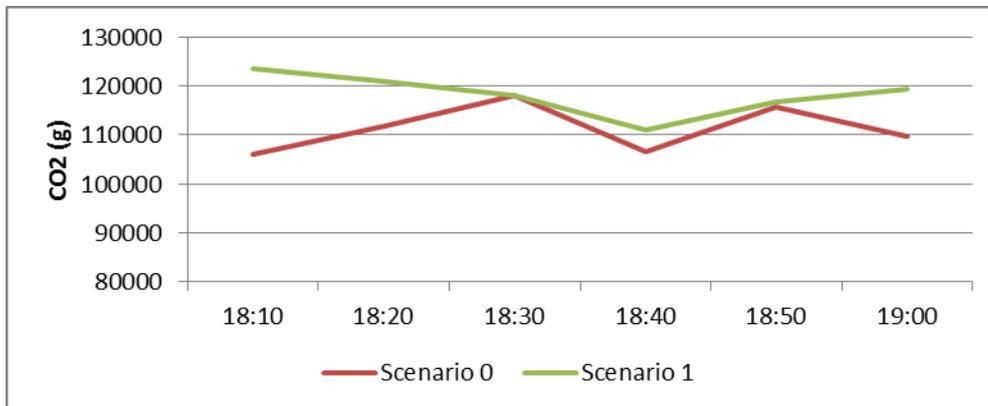


Figura 27 – Fascia oraria 18.00-19.00 - Quantità di NO<sub>x</sub> emessa nell'area di studio [g]

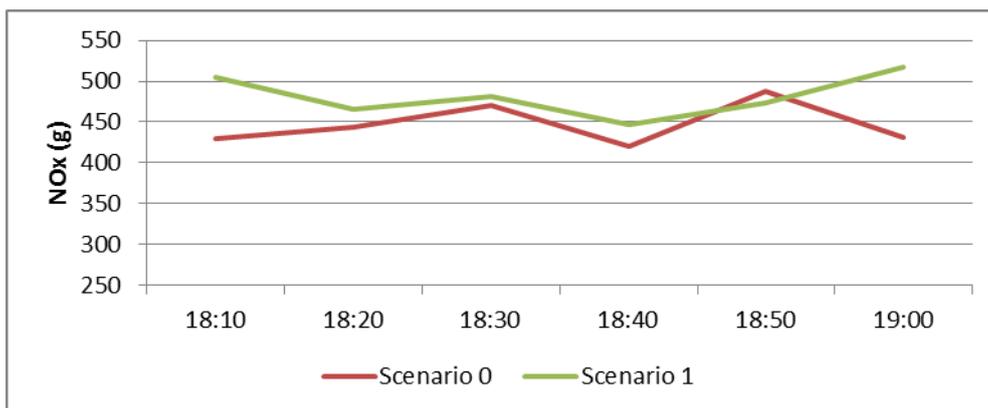


Figura 28 – Fascia oraria 18.00-19.00 - Quantità di PM emessa nell'area di studio [g]

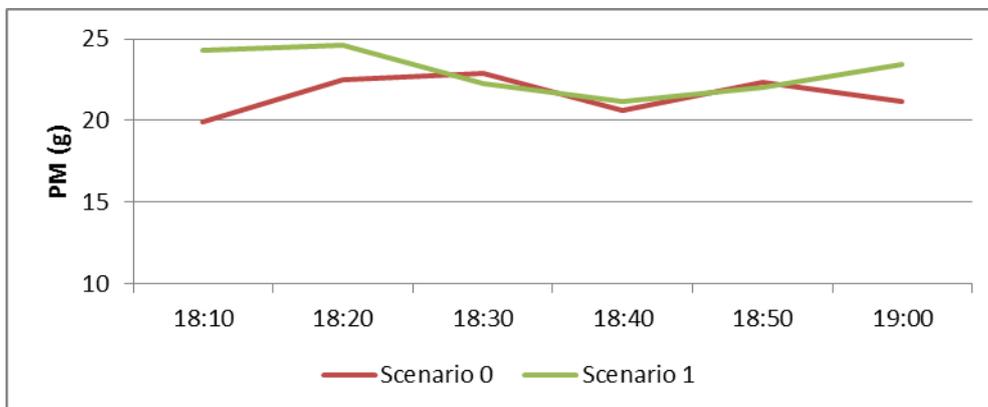


Figura 29 – Fascia oraria 18.00-19.00 - Quantità di VOC emessa nell'area di studio [g]

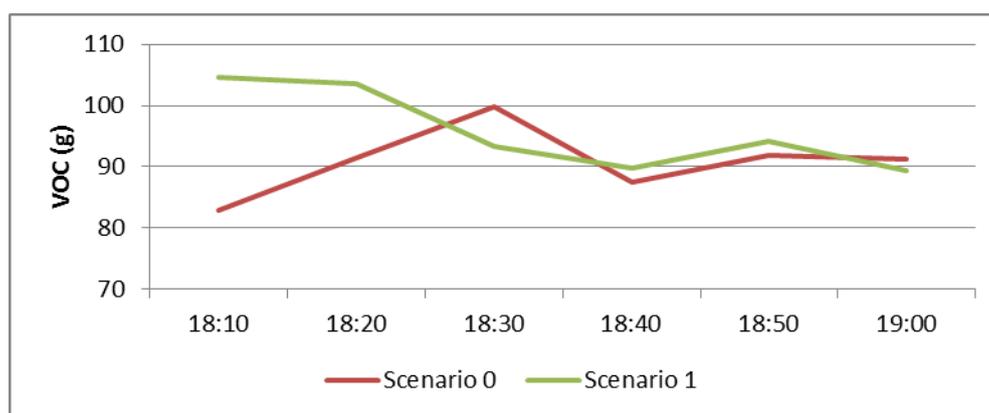


Tabella 21 – Fascia oraria 18.00-19.00 - Analisi comparativa dei livelli di inquinanti potenzialmente prodotti dal traffico veicolare

	CO2	NOx	PM	VOC
Scenario 1 vs Scenario 0	+6%	+8%	+6%	+6%

Per la fascia serale, si stima una minore variazione dei livelli di inquinanti emessi fra i due scenari analizzati. Ciò è dovuto alla minore variazione di traffico di mezzi pesanti stimata per questa fascia oraria fra Scenario 0 e Scenario 1, così come descritto nel paragrafo 4.2. In particolare, in diversi momenti della simulazione, le condizioni di traffico sono tali da rendere del tutto paragonabili le emissioni inquinanti prodotte nello Stato di Fatto e nello Stato di Progetto.

In definitiva, dalle simulazioni modellistiche risulta che l'eventuale incremento di inquinanti che potrebbe verificarsi nei 2 scenari esaminati, è pressoché proporzionale al numero di veicoli merci in circolazione e non dipende da una maggiore congestione provocata complessivamente dall'indotto del centro di produzione e di confezionamento deposito e distribuzione ai punti vendita, visto che non si registra nello Scenario 1 un peggioramento evidente delle condizioni di deflusso (cfr. paragrafo 5.3).

È comunque da tenere presente che gli effetti su descritti sono amplificati dal fatto che sono valutati in rapporto alla rete stradale della sola area di studio che presenta un'estensione alquanto ridotta.

Va infatti sottolineato come la stima del possibile incremento locale di emissioni inquinanti nell'area di intervento sarebbe in ogni caso molto più contenuta rispetto alla somma degli attuali livelli di emissioni inquinanti prodotte dal

traffico merci gravitante sui centri di produzione di Villasanta e sui 3 depositi di Carpiano, Basiano e Bresso.

Come già premesso nel paragrafo 5, uno degli effetti positivi derivanti dell'accentramento delle funzioni di produzione e deposito in un'unica struttura, consisterebbe proprio nell'importante riduzione delle emissioni inquinanti risultanti dall'eliminazione degli spostamenti navetta fra centri di produzione e depositi. La riorganizzazione della catena logistica aziendale comporterebbe un risparmio nella percorrenza complessiva media annua stimabile in 500.000 km/anno che, a seconda delle condizioni di traffico e delle caratteristiche future della flotta aziendale, si traduce in una riduzione di 620÷1.200 tonn/anno di CO<sub>2</sub>, 4,8÷7,9 tonn/anno di NO<sub>x</sub>, fino a 0,3 tonn/anno di PM e un'analogha quantità di VOC.

In definitiva, da un calcolo approssimato realizzato sulle variazioni stimate mediante le simulazioni modellistiche, risulta che la riduzione complessiva di emissioni appena calcolata supererebbe di 6÷10 volte il potenziale incremento medio annuo di emissioni inquinanti che si potrebbe al massimo verificare nell'intera area di intervento simulata, nel passare dalla configurazione già approvata (Scenario 0) alla configurazione di progetto (Scenario 1).

## **8. Conclusioni**

Dall'analisi delle risultanze delle simulazioni modellistiche condotte sull'area di studio, in riferimento allo Scenario 0, rappresentativo dello Stato di Fatto (P.A. vigente di Arcore), ed allo Scenario 1, rappresentativo dello Stato di Progetto SUAP, si conclude che:

- la distribuzione dei volumi di traffico, nello Scenario 0 già autorizzato, sulla rete stradale esaminata consente buone condizioni del deflusso veicolare;
- a ridosso dell'area di intervento, il traffico sulla SP45 risulta attualmente sostenuto ma scorrevole, senza formazione di accodamenti evidenti né alla rotatoria e né all'incrocio fra via Belvedere e via Forlanini, quest'ultima interessata da valori di traffico decisamente modesti (con picchi intorno ai 160 veic/h/corsia, non superiori a 220 veicoli equivalenti all'ora per corsia di marcia);
- il potenziale incremento di mezzi in circolazione nello Scenario 1 (Stato di Progetto) non comporta un peggioramento delle condizioni di deflusso veicolare. Si potrebbe verificare, eventualmente, un leggero incremento dei tempi di attesa sia alla rotatoria che all'incrocio via Belvedere/via Forlanini; complessivamente ciò non peggiora il livello di servizio della

rotatoria fra la SP45 e via Belvedere, che mantiene gli standard stimati per lo Scenario 0;

- la nuova viabilità a servizio dell'insediamento produttivo, prevista nello Scenario 1, garantisce il corretto inserimento dell'intervento sotto il profilo viabilistico; inoltre, nella fascia oraria di punta mattutina 7.00-8.00, garantisce un minor grado di congestione rispetto a quello calcolato per lo Scenario 0, sia in riferimento alla rotatoria che all'incrocio fra via Belvedere e via Forlanini, a vantaggio di una maggiore fluidità del traffico sull'intera rete;
- in riferimento alle emissioni inquinanti che potrebbe essere prodotte nello Scenario 1, è possibile che si verifichino degli incrementi, comunque ampiamente contenuti al di sotto delle soglie di legge;
- Tenendo in debito conto il carattere strategico dell'intervento in progetto, finalizzato ad un'ottimizzazione della catena logistica aziendale a livello sovra-locale, va inoltre considerata la riduzione di emissioni inquinanti, derivante dall'eliminazione degli spostamenti navetta fra gli attuali 2 centri di produzione e i 3 depositi, che, in un bilancio complessivo, non solo rende neutro il possibile incremento derivante dalla realizzazione dello Scenario 1 ma migliorerebbe considerevolmente la qualità atmosferica di 6÷10 volte.