

Tronco

A52 – TANGENZIALE NORD MILANO

Oggetto

Potenziamento interconnessione A52-A4 ramo di svincolo tra A4 dir. Torino e A52 dir. Rho e svincolo Monza San Alessandro – opera connessa Olimpiadi 2026

CUP: -

Fase progettuale

**PROGETTO ESECUTIVO**

LA CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

LA CONCESSIONARIA



**MILANO SERRAVALLE  
MILANO TANGENZIALI S.p.A**  
IL DIRETTORE TECNICO  
dott. ing. Giuseppe Colombo

Il progettista:

ing. Giovanni Vescia  
via Senato 45 – 20121 Milano

Descrizione elaborato

**GEN - PARTE GENERALE**

Studio viabilistico - Analisi di traffico

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Luglio 2022	Emissione	EXT	MM	GC
B	Dicembre 2023	Revisione	EXT	MM	GC
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-

Codifica elaborato

<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>R</b>	<b>1</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>B</b>	<b>-</b>	<b>1</b>
Codice	Fase	Ambito	Progressivo	Tipo	Lotto	Zona	Opera	Tratto	Rev											

Scala

-

# 1 Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
1.1	QUADRO ESIGENZIALE E OBIETTIVI DEL PROGETTO .....	3
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI</b> .....	<b>4</b>
2.1	ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE .....	4
2.2	ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO .....	5
<b>2</b>	<b>ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE</b> .....	<b>6</b>
2.1	ANALISI DELL’OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO .....	6
2.2.1	STRADA STATALE SS336 .....	8
2.2.2	TANGENZIALE NORD MILANO - A52 .....	8
2.2.3	AUTOSTRADA A4.....	8
2.2.4	STRADA PROVINCIALE 58 .....	9
2.2.5	Via Campania a Monza.....	9
2.3	ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO.....	10
2.3.1	RILIEVI DI TRAFFICO SPEA.....	10
2.3.2	DATI AUTOSTRADALI.....	11
2.3.3	RILIEVI DI TRAFFICO PMA 2018 .....	11
2.3.4	AGGIORNAMENTO DATI DI TRAFFICO 2022.....	12
<b>3</b>	<b>MODELLO DI SIMULAZIONE</b> .....	<b>14</b>
3.1	MODELLO DI OFFERTA.....	14
3.2	MODELLO DI DOMANDA .....	15
3.3	PROCEDURA DI CALIBRAZIONE .....	15
3.4	MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE .....	19
3.5	ANALISI DELL’OFFERTA DI TRASPORTO .....	22
3.6	ANALISI DELLA DOMANDA.....	24
3.6.1	Ampliamento del Centro Commerciale Auchan e parcheggio di interscambio ....	24
3.6.2	PII AREE EX FALCK .....	24
3.6.3	ANALISI DELLO DOMANDA SU AREA VASTA .....	25
3.7	RISULTATI ANALISI MODELLISTICHE – SCENARIO DI RIFERIMENTO .....	26
<b>4</b>	<b>SCENARI D’INTERVENTO</b> .....	<b>29</b>
4.1	ANALISI DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI .....	29
4.2	ANALISI DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO .....	30
4.2.1	RISULTATI ANALISI MODELLISTICHE: SOLUZIONE DI PROGETTO .....	31
4.3	CONCLUSIONI ANALISI MACROMODELLISTICHE .....	33
<b>5</b>	<b>VERIFICA LIVELLO DI SERVIZIO SOLUZIONE PROGETTUALE</b> .....	<b>34</b>
5.1	STIMA DEI LIVELLI DI SERVIZIO: METODOLOGIA HCM.....	34
5.2	VERIFICA DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA .....	38
5.2.1	VERIFICA DELLA ROTATORIA DI PROGETTO .....	39
5.2.2	SINTESI DEI RISULTATI.....	40
<b>6</b>	<b>ANALISI MICROMODELLISTICHE</b> .....	<b>41</b>
6.1	PREMESSA.....	41

<b>6.2</b>	<b>MODELLO DI MICROSIMULAZIONE</b> .....	<b>41</b>
6.2.1	RISULTATI DEL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE .....	42
6.2.2	VERIFICA FUNZIONAMENTO CASELLO A4 .....	49
6.2.3	Verifica innesto SS336 .....	52
6.2.4	SINTESI ANALISI MICROMODELLISTICHE .....	55
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>ALLEGATO</b> .....	<b>60</b>
<b>9</b>	<b>INDICE</b> .....	<b>66</b>
9.1	INDICE DELLE FIGURE.....	66
9.2	INDICE DELLE TABELLE.....	67
9.3	INDICE DEI GRAFICI .....	67

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 QUADRO ESIGENZIALE E OBIETTIVI DEL PROGETTO

La A52 Tangenziale Nord di Milano in corrispondenza del tratto tra la A4 e la SS36 è contraddistinta da un elevato stato di congestione del traffico, dovuta alla inadeguatezza dei nodi e ai consistenti flussi veicolari circolanti, che determinano ricadute negative sia in termini di efficienza trasportistica sia di vivibilità del contesto territoriale circostante.

Da tale descrizione della funzionalità dello schema viabilistico attuale, è evidente che il quadro esigenziale presenta l'obiettivo di risolvere i suddetti fenomeni di congestione e accodamento che si verificano lungo gli assi principali delle arterie primarie di trasporto, con un beneficio atteso dal conseguimento di tale obiettivo in termini di sicurezza stradale e perditempo lungo il tragitto.

In aggiunta, l'esigenza viabilistica emerge anche in relazione ai lavori di realizzazione del nuovo capolinea della linea metropolitana M1 di Milano, in località Monza-Bettole, con il quale si creerà una dinamica di interscambio modale rilevante per il territorio, oltre che al previsto prolungamento della linea metropolitana M5 e alla realizzazione di un grande parcheggio di interscambio in corrispondenza della grande struttura di vendita Milanord2, in fase di ampliamento.

Se, in tale contesto, si prende in considerazione il noto completamento dei lavori di costruzione della quarta corsia dinamica della Autostrada A4 con connessa riqualifica degli svincoli autostradali e le prossime Olimpiadi Invernali 2026, si comprende come l'obiettivo del progetto in esame abbia ricadute funzionali su tutta l'interconnessione, con miglioramento della fluidità delle correnti veicolari lungo gli assi autostradali e dell'accessibilità dei siti individuati per l'evento olimpico.

Il presente studio ha lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti alla proposta progettuale di potenziamento dell'interconnessione A52-A4 ramo di svincolo tra A4 dir. Torino e A52 dir. Rho e svincolo Monza San Alessandro sino alla SS36 – opera connessa Olimpiadi 2026.

L'obiettivo è quello di valutare l'efficacia delle soluzioni progettuali, al fine di quantificare i carichi attesi ed il livello di servizio sull'infrastruttura (oggetto di adeguamento/potenziamento/miglioramento dei relativi livelli prestazionali), e gli effetti indotti (aumento/diminuzione dei volumi di traffico rispetto allo scenario programmatico) sulla rete viaria esistente di lunga percorrenza, nonché di breve-media percorrenza (locale-sovracomunale) nell'intorno della tratta stradale allo studio. Le analisi sono finalizzate quindi a disporre di un quadro completo sugli effetti della riqualificazione-miglioramento del macro nodo tra la A4-A52-SS36.

L'ambito di analisi è delimitato dagli assi viari A4 a sud, A52 a nord, SS36 ad ovest e SP58 ad est che schematizzano la rete infrastrutturale che sarà rappresentata nel modello di simulazione della circolazione veicolare.



Figura 01 – Area di studio

Il presente studio intende dapprima fornire il quadro del comportamento del traffico nella situazione attuale sul sistema Tangenziale milanese, in particolare sulla A52 e sulla viabilità comunale e provinciale afferente e complanare alla A52 nel tratto in esame.

Obiettivo dell'analisi a questo livello di approfondimento progettuale è la valutazione dei principali effetti trasportistici dell'intervento in esame attraverso il confronto con l'ipotesi di non intervento e differenti possibili alternative di progetto. Tutti gli scenari di seguito descritti nell'ipotesi "d'intervento" saranno confrontati con uno scenario di riferimento (scenario programmatico o "senza intervento/progetto") e con differenti ipotesi di soluzioni progettuali alternative definite per rispondere alle esigenze/obiettivi di mobilità individuati.

Nell'ambito di questo studio, verrà sviluppato un modello di assegnazione su reti stradali in grado di simulare il comportamento dei flussi veicolari nell'area di studio. In particolare, tale strumento permette di prevedere la distribuzione dei flussi sulla rete a seguito della realizzazione di differenti opere infrastrutturali.

Il presente documento fornisce una descrizione di tale modello di simulazione ed illustra i principali risultati in termini di:

- assegnazione dei flussi di traffico sulla rete stradale dell'area di studio considerando differenti scenari temporali ed infrastrutturali;
- confronto tra scenari al fine di valutare gli effetti sulla mobilità delle ipotesi progettuali proposte rispetto alla soluzione di non intervento (scenario di riferimento).

A tal fine, lo studio prevedrà in primo luogo la valutazione dei seguenti scenari temporali:

- **scenario attuale**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario esistente e all'attuale regime di circolazione (riferito all'anno 2018 e aggiornato con i dati del 2022);
- **scenario di riferimento**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare il quadro programmatico della domanda e dell'offerta che interessano l'ambito territoriale di interesse per l'orizzonte temporale di riferimento;
- **scenario di intervento** finalizzato all'analisi di differenti soluzioni progettuali assumendo differenti scenari di offerta infrastrutturali.

Nei paragrafi seguenti viene illustrata la metodologia di analisi e i risultati del modello di simulazione ottenuti.

## 2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI

Per valutare la sostenibilità economica – finanziaria relativa alla realizzazione della nuova infrastruttura di trasporto, si è proceduto all'analisi dei seguenti scenari temporali.

### 2.1 ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE

Il primo passo metodologico per giungere alle previsioni di traffico necessarie per verificare la sostenibilità dell'intervento proposto, riguarderà la modellazione dello scenario trasportistico attuale, cioè la ricostruzione delle relazioni origine – destinazione degli spostamenti generati dal territorio in esame e la loro distribuzione sulla rete.

Tale fase verrà sviluppata mettendo a punto, nel modello di simulazione, sia il grafo stradale che rappresenta il sistema dell'offerta di trasporto, sia la matrice origine – destinazione che rappresenta il sistema della domanda di mobilità.

Per quanto concerne il grafo della rete stradale, sarà considerata un'area vasta, che includerà il territorio nel quale ricadono Milano e la cintura dei Comuni che ne costituiscono l'hinterland, esteso a nord sino a ricomprendere Monza, Lissone e Desio. Una tale estensione permetterà, in fase di analisi degli interventi proposti, di tenere in considerazione anche degli effetti dovuti ad interventi previsti nelle zone anche non immediatamente adiacenti a quella di studio. Al contempo, il grafo sarà caratterizzato da un livello di dettaglio tanto maggiore quanto più prossima è l'area di studio.

Di seguito è schematizzato il grafo che sarà utilizzato nella procedura modellistica.



Figura 02 – Estensione del grafo di rete che sarà adottato all'interno del modello di simulazione

Per quanto invece attiene la domanda degli spostamenti, allo stato attuale (mese di dicembre 2020), le limitazioni alla circolazione dovute all'emergenza epidemiologica da COVID-19" e le condizioni di criticità ancora in atto per i prossimi mesi, non consente di effettuare indagini significative in grado di ricostruire l'andamento "tipico" del traffico che attraversa la rete stradale dell'area oggetto di analisi. A tal fine lo scenario attuale sarà ricostruito mediante l'utilizzo delle banche dati a disposizione dello scrivente, rimandando alle successive fase di sviluppo progettuale l'aggiornamento delle rilevazioni con le modalità previste dalle disposizioni normative.

In tale senso la matrice O-D attuale è stata ottenuta a partire dalle seguenti banche dati che sono state tra loro integrate in forma matriciale:

- la matrice OD della Regione Lombardia;
- la matrice OD fornita da AMAT (Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio);
- la matrice OD Istat;
- le banche dati delle indagini di traffico su area vasta condotte direttamente sul campo (2018 – 2019);

- i rilievi di traffico da soggetti terzi quali, Provincia di Milano, Provincia di Monza e Brianza (2018 – 2019);
- i dati di traffico messi a disposizione da Milano Serravalle (2018 – 2019);
- i rilievi di traffico effettuati direttamente sul campo (Comuni di Cinisello Balsamo, Sesto San Giovanni e Monza) al centro dell'area di studio (2018 – 2019).

La modellizzazione dello Scenario di Attuale prevederà infine la fase di calibrazione, attraverso la quale sarà verificata la corretta riproduzione della distribuzione della domanda di spostamento sulla rete di trasporto sulla base dei dati dei rilievi di traffico utilizzati all'interno della procedura di calibrazione.

## 2.2 ANALISI DELLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

Lo scenario di riferimento (o scenario programmatico) rappresenta anche la soluzione "0" ovvero lo scenario "senza intervento/progetto" con cui verranno confrontati le differenti ipotesi di soluzioni progettuali alternative definite per rispondere alle esigenze/obiettivi di mobilità individuati.

L'analisi dello scenario di riferimento ha l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare il quadro programmatico della domanda e dell'offerta di trasporto che interessano l'ambito territoriale di interesse per l'orizzonte temporale di riferimento.

A questo proposito, sarà condotta una dettagliata ricognizione del quadro programmatico ed infrastrutturale che emergerà dall'analisi sia del Programma Regionale Mobilità e Trasporti (approvato con Deliberazione del Consiglio regionale n. 1245 del 20 settembre 2016), sia dagli strumenti di pianificazione provinciali e comunali, al fine di evidenziare gli interventi che possano produrre effetti sulla viabilità del comparto oggetto di studio. Da tale analisi discenderà la definizione degli elementi che caratterizzeranno la domanda e l'offerta di traffico aggiuntiva al contorno dell'area di studio.

Per quanto invece attiene gli interventi infrastrutturali previsti per lo scenario futuro, la scelta sarà effettuata sulla base delle tempistiche realizzative previste nei documenti di programmazione analizzati, in modo da poter considerare gli interventi completabili nell'orizzonte temporale nel quale si colloca la realizzazione dell'opera oggetto di studio.

## 2 ANALISI DELLO SCENARIO ATTUALE

I principali passi metodologici rispetto ai quali sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato di fatto riguardano:

- la ricostruzione dell’offerta di trasporto privato: mediante l’analisi della rete viabilistica adiacente all’area di intervento;
- la ricostruzione della domanda attuale: mediante l’analisi della mobilità attuale viene riprodotto l’andamento dei flussi di traffico che attraversano la rete dell’area di studio.

### 2.1 ANALISI DELL’OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO

L’ambito di analisi è delimitato dagli assi viari A4 a sud, A52 a nord, SS36 ad ovest e SP58 ad est che schematizzano la rete infrastrutturale che sarà rappresentata nel modello di simulazione della circolazione veicolare.

Le limitazioni alla circolazione dovute all'emergenza epidemiologica da COVID-19" e le condizioni di criticità ancora in atto per i prossimi mesi, ha portato a definire come orizzonte temporale di riferimento per lo scenario attuale, l'anno 2019, sia per quanto concerne l'offerta di trasporto sia per quanto riguarda la domanda di mobilità.



Figura 03 – Area di studio

All’interno di questo quadrante territoriale, la A52 Tangenziale Nord di Milano in corrispondenza del tratto tra la A4 e la SS36 è contraddistinta da un elevato stato di congestione del traffico, dovuta alla sua inadeguatezza dei nodi e ai consistenti flussi veicolari circolanti, che determinano ricadute negative, sia in termini di efficienza trasportistica, sia di vivibilità del contesto territoriale circostante.

Le immagini seguenti mostrano nel dettaglio l'assetto infrastrutturale attuale (anno 2019) dell'area di intervento.



Figura 04 – Area di intervento – regolamentazione intersezioni

Le immagini seguenti riportano invece il dettaglio dell'assetto viabilistico considerato all'interno del quadrilatero delimitato dalla SS36, A52, A4 e via Valtellina oggetto nell'ultimo biennio di modifiche dovute all'attuazione delle opere viabilistiche dedotte all'interno del PII Auchan di Cinisello Balsamo.



Figura 05 – Regime di circolazione – Sensi di marcia degli assi viari



Figura 06 – Regime di circolazione – Regolamentazione delle intersezioni

Al fine di meglio inquadrare lo scenario di riferimento viabilistico, nei paragrafi seguenti vengono analizzati gli assi viari della rete stradale principale dell'area di studio.

### 2.2.1 STRADA STATALE SS336

La SS36 del Lago di Como e dello Spluga è una strada statale con origine nel territorio comunale di Cinisello Balsamo, in corrispondenza dello svincolo di Viale Zara dell'autostrada A4. Subito dopo la strada sovrappassa la tangenziale nord di Milano ed entra nell'area urbana di Monza, dove l'asse viario prende il nome di viale Lombardia. Questa prima tratta, che attraversa una zona completamente urbanizzata, è a doppia carreggiata a tre corsie per senso di marcia e corre all'interno di una galleria urbana a doppia canna di 1805 metri (entrata in esercizio il 3 aprile 2013): il più lungo tunnel urbano realizzato in Italia e uno dei più lunghi d'Europa.

Da Monza ha inizio il tratto denominato Nuova Valassina, superstrada a tre corsie per senso di marcia che attraversa tutta la Brianza passando in prossimità di Muggiò, Lissona, Desio, Seregno, Carate Brianza, Verano Brianza e Giussano, dei quali costituisce in pratica una tangenziale. A partire dallo svincolo di Giussano, si verifica una riduzione delle corsie a due per senso di marcia. Gran parte dell'utenza della tratta finora descritta, infatti, proviene dal bacino erbese. Con tale svincolo, l'asse viario piega decisamente a est, dirigendosi verso Lecco. Oltre Lecco, la variante sotterranea e il tracciato originario, che passava per il centro della città, si ricongiungono per un breve tratto che corre in riva al Lario. Poco prima del centro di Abbazia Lariana ha inizio la superstrada Lecco-Colico, a quattro corsie complessive, mentre il vecchio tracciato, a carreggiata singola, costeggia il lago attraversando tutti i centri costieri.

I due percorsi si riuniscono allo svincolo del Trivio di Fuentes, al confine delle province di Lecco, Como e Sondrio nei comuni di Colico, Gera Lario e Piantedo, dove hanno inizio la strada statale 38 dello Stelvio Via Valeriana che percorre la Valtellina verso Sondrio, Bormio e Bolzano e la variante di Morbegno. La statale 36, invece, imbecca la Valchiavenna verso Chiavenna, da cui parte la breve strada statale 37 del Maloja verso Sankt Moritz.

Da Chiavenna, la strada statale 36 prosegue invece nel suo ultimo tratto, che vede la sede stradale restringersi e l'altimetria salire progressivamente fino agli oltre 2000 metri del passo dello Spluga, al confine con il cantone elvetico dei Grigioni.



Foto 01 - Strada statale SS36

### 2.2.2 TANGENZIALE NORD MILANO - A52

La tangenziale Nord di Milano codificata come A52, attraversa l'area suburbana di Milano nella sua parte nord. È gestita dalla Milano Serravalle-Milano Tangenziali.

La tangenziale Nord ha la funzione di collegare le aree fortemente urbanizzate e industrializzate della Brianza con l'autostrada A4 Torino-Trieste e con la tangenziale est A51.

Tra il 29 marzo 2005 e il 2008 è stato aperto il collegamento tra la SS33 nei pressi dell'A50 e della fiera di Milano, e la A8. Questo tratto è il primo di altri lotti di completamento. Il 9 febbraio 2009 è stato approvato da ANAS il progetto preliminare di completamento dell'A52, chiamato Rho-Monza, dall'attuale caposaldo a est all'A8 a ovest. I lavori, sono iniziati nell'aprile del 2014 e una prima parte è stata aperta il 27 aprile 2015. I lavori sono suddivisi in 3 lotti da est: A52-SP46, riqualifica SP46, SP46-A8 detta variante di Baranzate. I lavori sono gestiti dalla società Milano Serravalle - Milano Tangenziali ad eccezione della variante di Baranzate gestita da Autostrade per l'Italia.

Ha una lunghezza di circa 13 km, costituita da due corsie per senso di marcia più la corsia di emergenza. Ha un andamento per la maggior parte curvilineo, tipico delle tangenziali di Milano.

Dal km 4 al km 12 circa è stata costruita totalmente in trincea, riducendo di molto l'impatto ambientale sul territorio circostante. Possiede 11 svincoli liberi e una barriera autostradale denominata barriera di Sesto San Giovanni al km 3.



Foto 02 – A52 sezione compresa tra lo svincolo Robecco e lo svincolo Monza centro

### 2.2.3 AUTOSTRADA A4

L'autostrada A4 (detta anche Serenissima nel suo tratto centrale) attraversa da ovest a est l'intera pianura padana, partendo da Torino, passando per Milano e terminando a Sistiana.

Dall'allacciamento del quadrivio di Fiorenza (in corrispondenza dello svincolo per viale Certosa), dove vi è l'innesto con l'Autostrada A8, ha inizio il tratto gestito dalla società Autostrade per l'Italia S.p.A; proseguendo in direzione Brescia l'A4 attraversa le zone fortemente urbanizzate di Cormano, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni. Nei pressi del comune di Monza, dove è situata la barriera autostradale di Milano est, si collega con la tangenziale nord di Milano. All'altezza del casello di Agrate Brianza l'A4 si allaccia con la tangenziale est di Milano e poco dopo si collega con la nuova tangenziale est esterna di Milano che li prende avvio (Agrate). La gestione da parte di Autostrade per l'Italia termina tra il casello di Brescia Ovest e quello di Brescia Centro.

Il tratto compreso tra le barriere autostradali di Milano Ghisolfia e Milano est (Monza) viene denominato tratto urbano A4 e tutti gli svincoli intermedi sono liberi, cioè privi di casello.

Su tale tratta è in fase di realizzazione la quarta corsia dinamica dell'Autostrada A4, nonché l'adeguamento dello stesso svincolo e del cavalcavia Fulvio Testi. L'attivazione della quarta corsia interviene - in situazioni di traffico intenso in cui si supera un prestabilito livello di servizio – tramite installazione delle opportune dotazioni impiantistiche di segnaletica, atte a garantire un adeguato livello di sicurezza ed il controllo della velocità (Sistema Safety Tutor).

I periodi di maggior traffico, nei quali è già possibile prevedere l'utilizzo della quarta corsia, corrispondono alle ore di punta giornaliere, agli 'esodi' vacanzieri (periodi estivi, 'ponti' per festività), a fiere, presenza di lavori sul tratto o su quelli contigui, incidenti, nonché ad altri eventi nei quali gli effetti di una congestione sul tratto di A4 possano riflettersi su tratti autostradali contigui.

In condizioni di traffico scorrevole, permarrà invece la configurazione a tre corsie più emergenza.

tratto a nord dell'intersezione con via Galilei si configura a una corsia per senso di marcia anche se l'ampia sezione consente la doppia attestazione in rotonda in particolare durante le ore di punta della giornata.



Foto 04 – SP58 / Via Valtellina – Sezione stradale

### 2.2.5 Via Campania a Monza

Viale Campania all'interno del comune di Monza, è una strada urbana interzonale con andamento est-ovest di connessione tra via Borgazzi e viale Lombardia. Nel tratto in prossimità dell'intersezione con via Philips, presenta una sezione ad unica carreggiata con due corsie per senso di marcia. Sul lato nord della carreggiata è presente un percorso ciclopedonale in sede propria.



Foto 05 – viale Campania sezione a ridosso dell'intersezione con via Philips

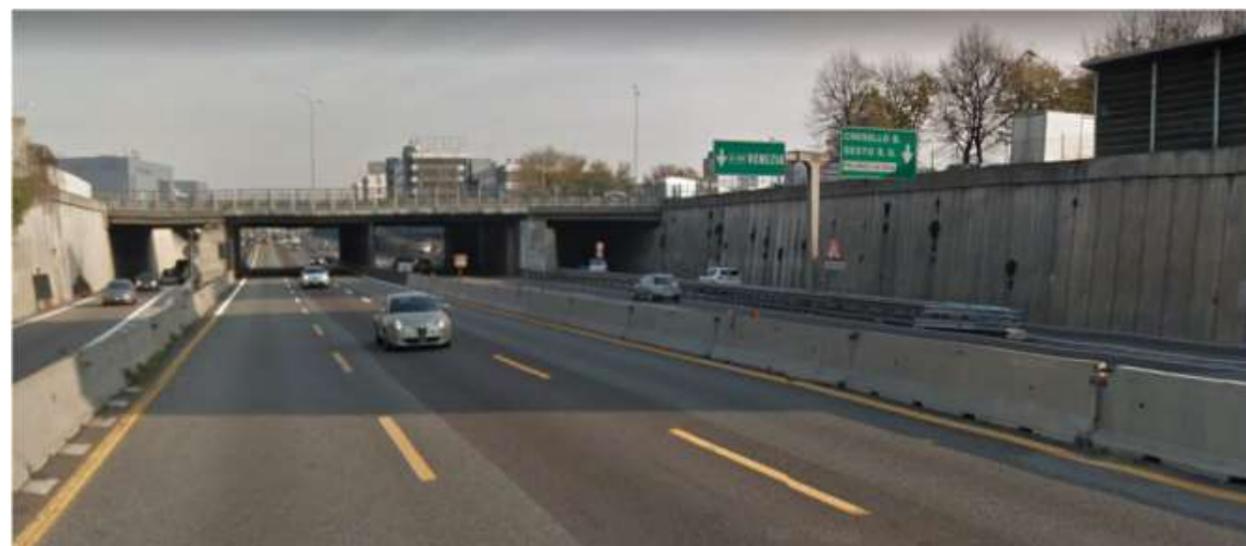


Foto 03 – A52 sezione a ridosso dello svincolo di Cinisello Balsamo

### 2.2.4 STRADA PROVINCIALE 58

La SP 58 o via Valtellina è una strada principale a doppio senso di marcia di collegamento nord-sud. Nel tratto a sud dall'intersezione con la via Galilei la strada ha due corsie di marcia in direzione sud e una sola in direzione nord. Nel

### 2.3 ANALISI DELLA DOMANDA ATTUALE DI TRASPORTO

Per analizzare, in modo dettagliato, l’incidenza delle previsioni dedotte dal progetto in esame sulla viabilità, è necessario ricostruire i flussi di traffico attualmente circolanti sulla rete esistente, ossia stimare la domanda di trasporto attuale. Nel caso del presente studio, sono state utilizzate le seguenti banche dati:

- i dati forniti da Serravalle per le barriere satellite A4 di Milano Est e per la barriera A52 oltre alle rilevazioni sulle sezioni stradali del sistema delle tangenziali di Milano;
- la matrice OD SPEA tramite rilievi Bluetooth o Infoblu;
- le banche dati delle indagini di traffico condotte direttamente sul campo (maggio 2018) nell’ambito del PMA relativo al progetto denominato “PROGETTO DI VARIANTE AL VIGENTE P.I.I. IN CONFORMITA’ AL PGT COMUNALE, CON RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE ESISTENTE, REALIZZAZIONE DEL NODO INTERSCAMBIO E INTERVENTI DI COMPLETAMENTO A FUNZIONE DIREZIONALE IN COMUNE DI CINISELLO BALSAMO”;
- le banche dati rilevati da Spea nel mese di maggio 2018 all’interno dell’area di studio.
- i dati forniti da Spea per la barriera A4 di Milano Est e per i radar in itinere lungo la tratta A4 Cormano - Cinisello;
- le sezioni di monitoraggio del traffico urbano del comune di Monza nell’ambito dell’elaborazione del PUMS (novembre/dicembre 2019).

Le successive analisi saranno inoltre estese all’ora di punta del mattino e della sera, per quest’ultima con particolare riferimento alla giornata di venerdì dove mediamente agli spostamenti sistematici casa - lavoro, si somma gli spostamenti generati ed attratti dalle funzioni commerciali presenti e previste all’interno dell’area di studio.

#### 2.3.1 RILIEVI DI TRAFFICO SPEA

La società Spea ha effettuato nel mese di maggio 2018 una specifica campagna di indagine al fine di completare l’insieme dei rilievi al cordone che delimitano l’area di studio.

Di seguito si riportano le sezioni oggetto di indagine.



— Assi stradali      - - - - Interconnessioni complesse      ● Centroidi cordonali  
 ● Rilievi cordonali aggiuntivi Spea      ● Rilievi interni aggiuntivi Spea

Le immagini seguenti identificano la localizzazione dei rilievi interni aggiuntivi Spea sulle rampe A4 ed A52.



Figura 07 – Flussi rampe A4



Figura 08 –Flussi rampe A52

### 2.3.2 DATI AUTOSTRADALI

Oltre alle rilevazioni effettuate sul campo, le successive analisi modellistiche si avvarranno dei dati contenuti nella banca dati ASPI relativamente alla la barriera A4 di Milano Est e i radar in itinere lungo la tratta A4 Cormano-Cinisello. I dati saranno estratti per il periodo contemporaneo a quello in cui saranno effettuati i rilievi dell’Operatore.

Analogamente la società Milano Serravalle ha messo a disposizione di Spea i dati di traffico della sua banca dati per le barriere satellite A4 di Milano Est e per la barriera A52 Tangenziale Nord ed i dati di traffico lungo la A52 nella tratta SS36 – SP151.

### 2.3.3 RILIEVI DI TRAFFICO PMA 2018

Il PMA è il risultato di quanto proposto nel SIA depositato in data 25.06.2015, delle successive integrazioni depositate in data 30.11.2015 a seguito della richiesta di integrazione nell’ambito della procedura di VIA e da quanto prescritto nel decreto di pronuncia di compatibilità ambientale (Decreto n° 9703 del 04/10/2016), tenuto altresì conto della documentazione integrativa depositata ai fini della successiva verifica di ottemperanza di cui al Decreto n° 10655 del 25/10/2016, nonché dei contenuti e delle precisazioni di cui all’Accordo di Programma sottoscritto in data 8 febbraio 2017 approvato con DDGRL 17.02.2017 n° 609 (in BURL Serie Ordinaria n° 8 in data 21.02.2017). La predisposizione del presente piano di monitoraggio tiene conto inoltre delle prescrizioni contenute nel Decreto di autorizzazione del PMA (decreto n° 2030 del 16 febbraio 2018).

Il monitoraggio del traffico è stato effettuato in coerenza con i rilievi di traffico effettuati all’interno dello studio viabilistico redatto all’interno della procedura di VIA e in ottemperanza alle prescrizioni del Decreto di autorizzazione del PMA (decreto n° 2030 del 16 febbraio 2018).

I punti di monitoraggio del traffico sono stati identificati con un numero progressivo da 31 a 55.

COD.	STRADA	COMPETENZA
R31	STRADA COMUNALE ROBECCO SUD	COMUNE CINISELLO B.
R32	VIA MENOTTI	COMUNE CINISELLO B.
R34	COLLEGAMENTO SS36 - VIA MENOTTI	COMUNE CINISELLO B.
R35	VIA DEI LAVORATORI	COMUNE CINISELLO B.
R36	VIA BETTOLA	COMUNE CINISELLO B.
R37	VIA BETTOLA	COMUNE CINISELLO B.
R38	VIA BETTOLA	COMUNE CINISELLO B.
R39	VIA BETTOLA	COMUNE CINISELLO B.
R40	VIA E. BIAGI	COMUNE CINISELLO B.
R41-1	VIA GALILEO GALILEI DIR. OVEST	CITTA' METROPOLITANA
R41-2	VIA GALILEO GALILEI DIR. EST	CITTA' METROPOLITANA
R42	VIA GALILEO GALILEI	COMUNE CINISELLO B.
R43	VIA BETTOLA	COMUNE CINISELLO B.
R44	VIA BETTOLA	COMUNE CINISELLO B.
R45	VIA GALILEO GALILEI	COMUNE CINISELLO B.
R46-1	RAMPA CINISELLO-A4 OVEST	ASPI
R46-2	RAMPA CINISELLO-A4 EST	ASPI
R46-3	RAMPA A4 EST-CINISELLO	ASPI
R46-4	RAMPA A4 OVEST-CINISELLO	ASPI
R47	VIA F. LLI GRACCHI	COMUNE CINISELLO B.
R48-1	SVOLTA TESTI-ROTATORIA	COMUNE CINISELLO B.
R48-2	SOTTOPASSO SS36 - BIDIREZIONALE	COMUNE CINISELLO B.
R49-1	VIA BETTOLA DIR OVEST	COMUNE CINISELLO B.
R49-2	VIA BETTOLA DIR EST	COMUNE CINISELLO B.
R50	CONNESSIONE A4 - SS36	COMUNE CINISELLO B.
R51	CONNESSIONE SS36 - ROTATORIA	COMUNE CINISELLO B.
R52	VIA PELLIZZA DA VOLPEDO	COMUNE CINISELLO B.
R53	CONNESSIONE ROTATORIA - SS36 - SOTTOPASSO	COMUNE CINISELLO B.
R54	SP58/VIALE VALTELLINA	CITTA' METROPOLITANA
R55-1	RAMPA SS36 SUD-A52 EST	SERRAVALLE
R55-2	RAMPA A52 OVEST-SS36 NORD	SERRAVALLE
R55-3	RAMPA A52 EST-SS36 NORD	SERRAVALLE
R55-4	RAMPA SS36 SUD-A52 OVEST	SERRAVALLE
R55-5	RAMPA A52 OVEST-SS36 SUD	SERRAVALLE
R55-6	RAMPA SS36 NORD-A52 EST	SERRAVALLE
R55-7	RAMPA A52 EST-SS36 SUD	SERRAVALLE

Tabella 01 - Assi viari oggetto di monitoraggio del traffico

L’immagine seguente riporta l’ubicazione delle sezioni oggetto del presente monitoraggio del traffico.

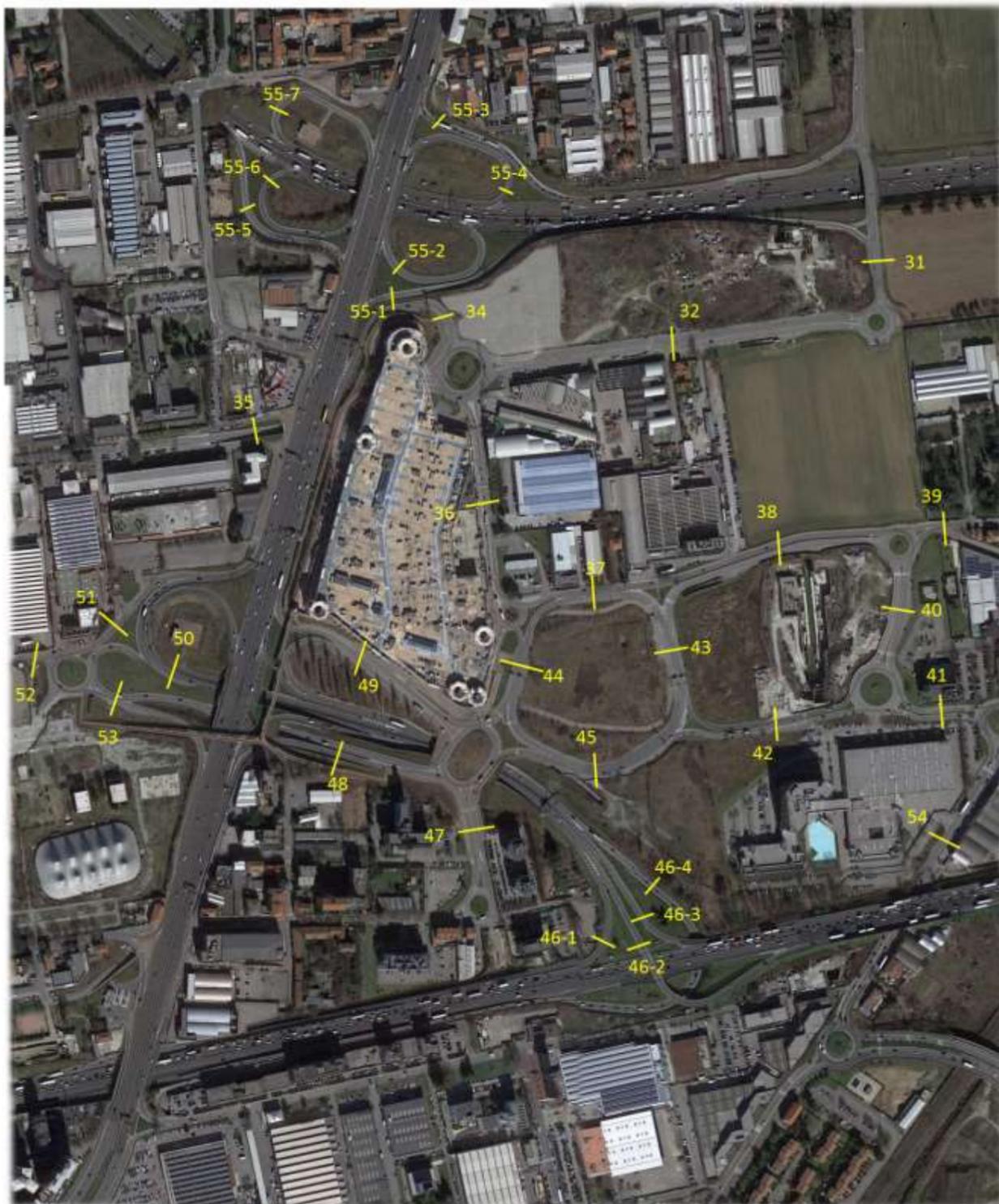


Figura 09 - Assi viari oggetto di monitoraggio del traffico nell'ambito del PMA

### 2.3.4 AGGIORNAMENTO DATI DI TRAFFICO 2022

Al fine di valutare l'evoluzione della domanda di traffico dal 2018 al 2022 in modo da dimensionare correttamente lo scenario di domanda entro cui si colloca l'intervento oggetto di analisi, si riporta di seguito un raffronto dei flussi rilevati sulle barriere dell'A4 di Milano est e sulla barriera di Monza di collegamento con l'A52 nel quinquennio 2018 - 2022.

TGMA BARRIERA MILANO EST [veic./g]						
ANNO	TGMA IN ENTRATA [veic./g]					
	CL A	CL B	CL 3	CL 4	CL 5	TOT
2018	39'537	5'543	819	310	4'024	50'234
2019	40'064	5'757	814	329	4'128	51'093
2020	26'098	4'898	718	327	4'118	36'159
2021	32'943	5'927	824	391	4'636	44'721
2022	37'879	5'961	848	395	4'508	49'591

ANNO	TGMA IN USCITA [veic./g]					
	CL A	CL B	CL 3	CL 4	CL 5	TOT
2018	35'372	4'871	765	319	4'128	45'454
2019	35'036	4'838	765	326	4'133	45'098
2020	23'629	4'182	664	311	3'896	32'682
2021	29'082	4'993	764	372	4'356	39'567
2022	33'324	5'087	784	378	4'289	43'860

ANNO	TGMA BIDIREZIONALE [veic./g]					
	CL A	CL B	CL 3	CL 4	CL 5	TOT
2018	74'909	10'414	1'584	630	8'152	95'688
2019	75'100	10'595	1'578	655	8'261	96'191
2020	49'727	9'080	1'382	638	8'014	68'841
2021	62'025	10'920	1'588	763	8'992	84'288
2022	71'203	11'047	1'632	773	8'796	93'451

Tabella 02 - -- TGM barriera Milano est

TGMA BARRIERA MONZA [veic./g]						
ANNO	TGMA IN ENTRATA [veic./g]					
	CL A	CL B	CL 3	CL 4	CL 5	TOT
2018	7'189	1'391	212	100	899	9'792
2019	7'338	1'406	203	102	856	9'904
2020	4'670	1'150	163	90	687	6'760
2021	6'451	1'417	197	143	697	8'904
2022	7'149	1'458	193	137	716	9'652

ANNO	TGMA IN USCITA [veic./g]					
	CL A	CL B	CL 3	CL 4	CL 5	TOT
2018	7'052	1'271	199	83	724	9'329
2019	7'316	1'264	199	91	758	9'627
2020	4'595	1'075	182	83	815	6'749
2021	5'981	1'324	199	101	904	8'509
2022	6'830	1'302	205	100	874	9'311

ANNO	TGMA BIDIREZIONALE [veic./g]					
	CL A	CL B	CL 3	CL 4	CL 5	TOT
2018	14'242	2'661	411	184	1'623	19'121
2019	14'654	2'670	402	192	1'614	19'532
2020	9'265	2'225	344	173	1'502	13'509
2021	12'432	2'741	396	244	1'600	17'413
2022	13'979	2'760	398	237	1'590	18'964

Tabella 03 - -- TGM barriera Monza

Le tabelle e grafici seguenti riportano invece la media dei transiti giornalieri per i giorni feriali e festivi sulla barriera A52 di Sesto San Giovanni.

BARRIERA SESTO SAN GIOVANNI DIR NORD										
	2018		2019		2020		2021		2022	
	media feriali	media festivi								
00:00 - 01:00	310	566	490	507	203	303	186	375	391	577
01:00 - 02:00	157	362	235	371	94	184	97	128	178	407
02:00 - 03:00	92	243	123	220	67	104	68	56	105	262
03:00 - 04:00	69	171	100	189	66	81	110	78	83	215
04:00 - 05:00	131	165	141	182	109	81	243	197	144	234
05:00 - 06:00	289	181	325	212	253	123	574	460	347	274
06:00 - 07:00	794	331	881	349	698	194	1734	738	849	368
07:00 - 08:00	1474	614	1488	580	1318	397	1993	863	1567	676
08:00 - 09:00	1807	1020	1824	990	1533	675	1782	1047	1690	1012
09:00 - 10:00	1718	1325	1765	1254	1447	923	1939	1335	1655	1237
10:00 - 11:00	1625	1532	1646	1544	1464	1242	1929	1393	1648	1384
11:00 - 12:00	1686	1595	1640	1624	1428	1291	1846	1331	1674	1500
12:00 - 13:00	1690	1492	1603	1514	1314	1160	1654	1275	1441	1479
13:00 - 14:00	1702	1139	1702	1107	1294	767	1564	985	1625	1102
14:00 - 15:00	1895	1244	1926	1131	1502	859	1778	1103	1761	1123
15:00 - 16:00	2071	1386	1994	1391	1621	1020	1732	1352	1998	1293
16:00 - 17:00	2072	1411	2045	1392	1834	1046	1640	1397	2141	1268
17:00 - 18:00	2236	1402	2249	1457	2062	1056	1628	1445	2160	1238
18:00 - 19:00	2312	1475	2226	1395	1842	1007	1624	1531	1825	1304
19:00 - 20:00	2042	1504	1985	1461	1266	915	1520	1525	1774	1225
20:00 - 21:00	1246	1025	1357	1082	725	631	917	1119	1160	1020
21:00 - 22:00	722	711	720	763	418	478	465	750	641	760
22:00 - 23:00	571	647	723	769	338	409	413	764	550	628
23:00 - 00:00	589	720	666	761	286	389	349	680	527	697
	29299	22255	29852	22238	23182	15328	27785	21921	27934	21278

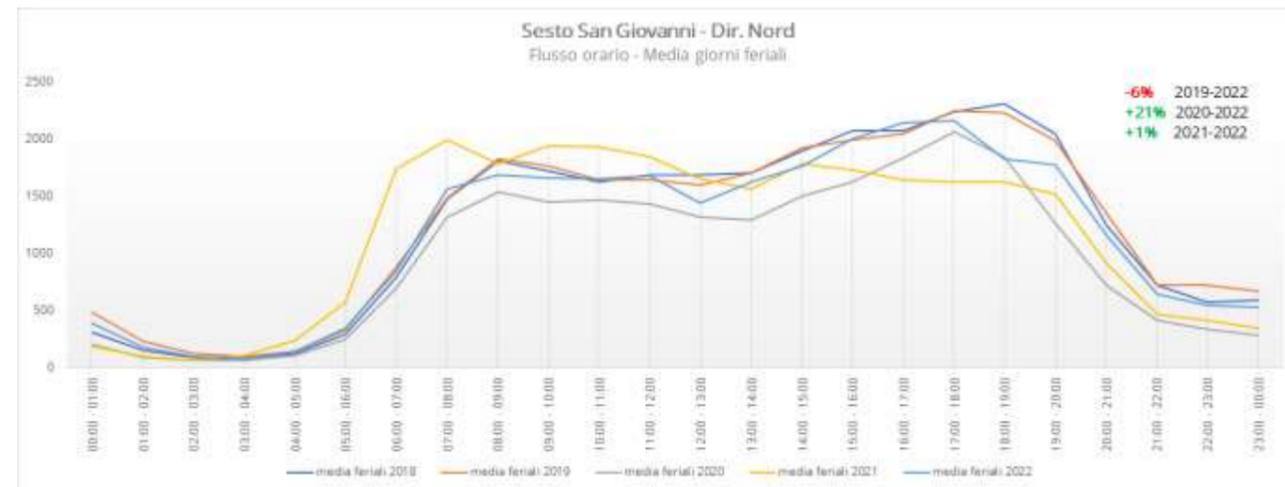


Grafico 01 – Barriera Sesto San Giovanni A52 – direzione nord

BARRIERA SESTO SAN GIOVANNI DIR SUD										
	2018		2019		2020		2021		2022	
	media feriali	media festivi								
00:00 - 01:00	265	524	313	557	441	280	223	387	284	764
01:00 - 02:00	147	322	140	342	220	149	85	121	139	368
02:00 - 03:00	97	177	94	203	105	72	76	60	92	216
03:00 - 04:00	112	147	110	185	61	70	53	53	116	189
04:00 - 05:00	249	271	245	336	116	67	89	71	246	330
05:00 - 06:00	598	549	650	611	331	139	245	137	603	568
06:00 - 07:00	1792	798	1799	828	1318	293	767	285	1694	764
07:00 - 08:00	1934	1002	1983	1032	2780	484	1449	613	1982	931
08:00 - 09:00	2113	1230	2107	1360	2773	691	1774	1005	1768	1150
09:00 - 10:00	1954	1475	1951	1548	1983	1048	1712	1232	1627	1323
10:00 - 11:00	1947	1442	2022	1606	1683	1271	1678	1484	1831	1482
11:00 - 12:00	1858	1336	1910	1507	1490	1382	1783	1497	1836	1468
12:00 - 13:00	1723	1257	1785	1323	1420	1283	1665	1221	1728	1298
13:00 - 14:00	1704	1074	1743	1092	1465	1037	1512	1004	1657	1121
14:00 - 15:00	1898	1208	1931	1181	1498	1249	1859	1018	1741	1209
15:00 - 16:00	1801	1370	1733	1448	1575	1782	1921	1159	1611	1452
16:00 - 17:00	1637	1468	1677	1493	1688	2104	2051	1283	1520	1497
17:00 - 18:00	1525	1575	1614	1490	1682	2365	2145	1269	1551	1603
18:00 - 19:00	1619	1532	1755	1610	1572	2461	2095	1280	1624	1690
19:00 - 20:00	1418	1616	1583	1649	1329	2253	1870	1196	1563	1607
20:00 - 21:00	977	1273	1144	1243	955	1749	1015	874	1127	1207
21:00 - 22:00	569	814	611	972	588	1237	533	602	602	849
22:00 - 23:00	473	770	486	904	483	1225	416	646	544	826
23:00 - 00:00	416	639	433	816	365	1061	407	699	410	768
	28827	23864	29816	25331	27919	25747	27421	19189	27895	24675

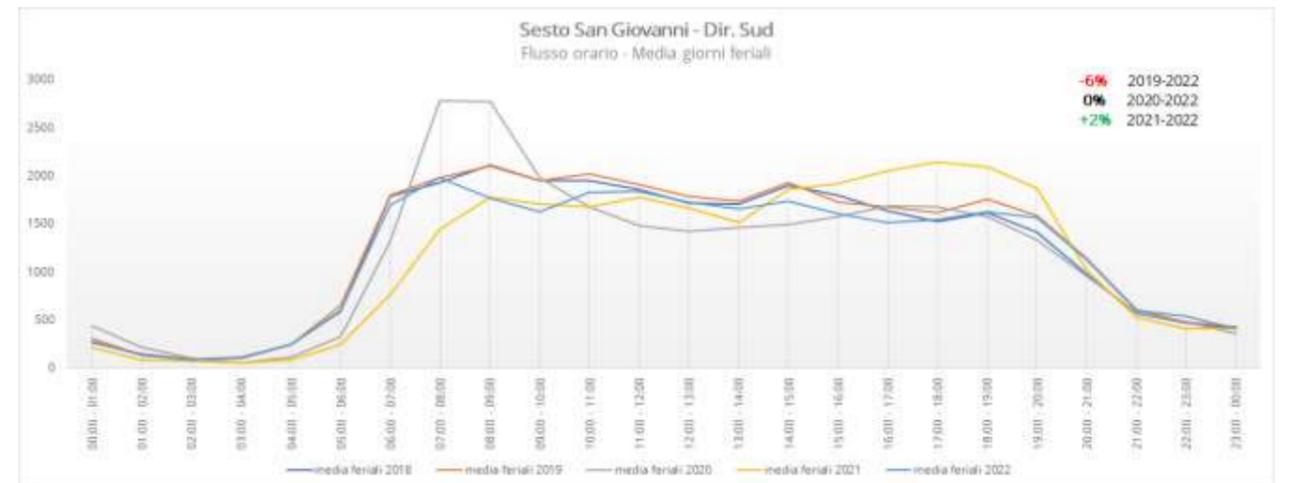


Grafico 02 – Barriera Sesto San Giovanni A52 – direzione sud

In sintesi dal raffronto dei dati rilevati sulle barriere di accesso alla rete stradale oggetto di analisi si evidenzia, rispetto al 2018, una riduzione dei volumi di traffico rilevati compresa tra lo 0.8% e il 4.1%. Ciò conferma l'attendibilità dei dati di traffico utilizzati a supporto delle successive analisi modellistiche.

	2018	2019	2020	2021	2022	variazione 2022-2018
Barriera Mi EST	95'688	96'191	68'841	84'288	93'451	-2.4%
Barriera Monza	19'121	19'532	13'509	17'413	18'964	-0.8%
Barriera A52 Sesto San Giovanni	58126	59668	51101	55206	55829	-4.1%

Tabella 04 - Sintesi TGM

### 3 MODELLO DI SIMULAZIONE

#### 3.1 MODELLO DI OFFERTA

Il sistema dell’offerta relativo all’orizzonte 2018-2019 è modellizzato implementando un grafo stradale costituito da una serie di archi mono o bi-direzionali, con i quali è compiutamente descritto un tratto di strada. Complessivamente la rete stradale considerata, costituita da poco più di 36 mila archi, comprende il territorio nel quale ricadono Milano e la cintura dei Comuni che ne costituiscono l’hinterland, esteso a nord sino a Monza, Lissone e Desio. Nel modello di offerta si è inoltre tenuto conto delle attuali limitazioni di circolazione che caratterizzano alcune tratte stradali all’interno dell’area di studio.



Figura 10 – Estensione grafo di rete

Una tale estensione permetterà in fase di analisi degli interventi proposti, di tenere in considerazione anche degli effetti dovuti ad interventi previsti nelle zone non immediatamente adiacenti a quella di studio, con particolare riferimento alle infrastrutture di livello provinciale e regionale.

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

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

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

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

Tabella 05 – Classificazione funzionale della rete stradale

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

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

$$TCE = TE * [1 + a * (F/C)^b]$$

con:

TE = tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero

F = flusso orario sull’arco

C = capacità di deflusso oraria dell’arco

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

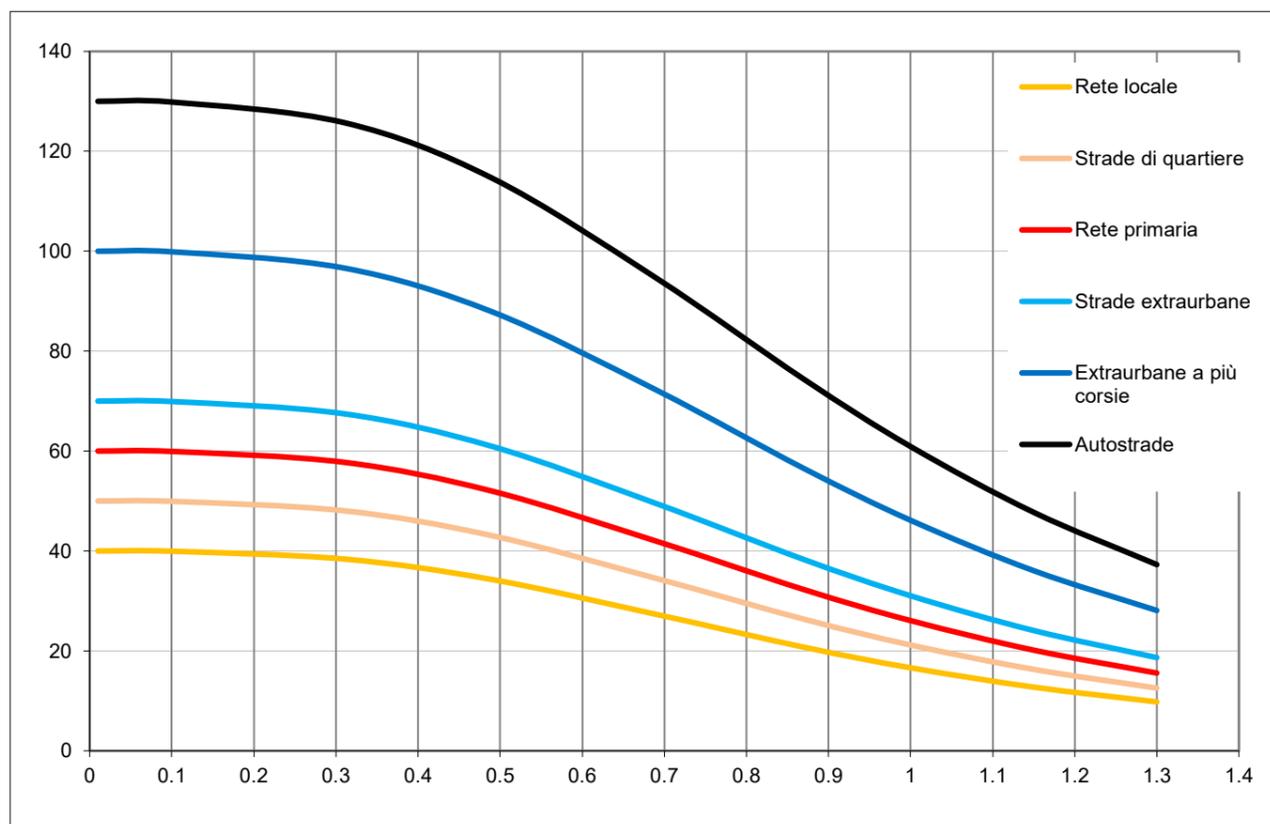


Grafico 03 – Andamento delle funzioni di costo BPR

### 3.2 MODELLO DI DOMANDA

La ricostruzione della domanda della mobilità attuale è stata effettuata considerando differenti fonti informative che permettono di analizzare e stimare gli spostamenti, sia sul sistema della grande viabilità autostradale sia sulla rete ordinaria urbana.

In particolare la matrice Origine – Destinazione degli spostamenti è stimata incrociando le seguenti informazioni:

- la matrice OD della Regione Lombardia;
- la matrice OD fornita da AMAT (Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio);
- la matrice OD Istat;
- le banche dati delle indagini di traffico su area vasta condotte direttamente sul campo (2018 – 2019);
- i rilievi di traffico da soggetti terzi quali, Provincia di Milano, Provincia di Monza e Brianza (2018 – 2019);
- i dati di traffico messi a disposizione da Milano Serravalle (2018 – 2019);
- i rilievi di traffico effettuati direttamente sul campo (Comuni di Cinisello Balsamo, Sesto San Giovanni e Monza) al centro dell’area di studio (2018 – 2019).

### 3.3 PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Al fine di caratterizzare con la massima precisione la domanda di spostamento nell’ambito di studio, garantendo al contempo una stima affidabile dei flussi modellistici anche nelle aree adiacenti a quella in esame, il processo di calibrazione, nel quale le informazioni del modello di offerta e di domanda si incrociano in modo da riprodurre la realtà osservata durante le indagini di traffico, è stato suddiviso in due step:

- il primo ha riguardato l’intera estensione del grafo sopra rappresentato, comprendente Milano e l’hinterland, prendendo in considerazione tutti i dati di traffico in possesso, ovvero quelli della rete autostradale (fonte Milano Serravalle S.p.A.), della viabilità statale provinciale (fonte Provincia di Milano e di Monza e Brianza), oltre ad una serie di rilievi progettati ed effettuati direttamente sul campo o rilevati da soggetti terzi;
- il secondo incentrato su una sub-area più ristretta, quella corrispondente all’area di studio, nel quale la calibrazione è stata ulteriormente affinata sulla base delle circa 60 sezioni di rilievo qui presenti, giungendo, come si vedrà a breve, ad un’ottima rappresentatività del modello dei flussi reali.



Figura 11 - Localizzazione delle sezioni di conteggio dei flussi veicolari - area di studio

Per questo doppio step di calibrazione del modello di simulazione è stato utilizzato il modulo ANALYST\_DRIVE del software di simulazione CUBE 6: mediante i dati dei rilievi di traffico e degli spostamenti sulla rete stradale principale ed autostradale, è stato possibile aggiornare la matrice OD di partenza al fine di riprodurre l'effettivo andamento dei flussi di traffico in attraversamento sull'area di studio. Considerando le caratteristiche e le peculiarità che le soluzioni progettuali introducono, l'analisi è stata effettuata considerando una procedura di calibrazione multiclasse, ovvero utilizzando due matrici distinte per i veicoli leggeri e i veicoli pesanti.

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

- vengono inserite nel grafo di rete le screenline relative ai flussi acquisiti attraverso i dati di traffico rilevati: viene eseguita una prima assegnazione in modo da associare ad ogni screenline (dato rilevato) le OD in transito sull'arco considerato;
- successivamente viene associata alla matrice OD di base una seconda matrice OD con i livelli di confidenza correlati alla matrice base; vengono inoltre calcolati per ogni zona i Trip Ends cioè i totali di riga e di colonna della matrice OD di partenza con i relativi livelli di confidenza.
- allo stesso modo viene associato ad ogni screenline un livello di confidenza: i livelli di confidenza per le screenline e la matrice di base indicano al modello l'attendibilità dei dati utilizzati;

- infine, attraverso l'utilizzo del modulo Analyst vengono analizzati i dati della matrice di partenza, i conteggi di traffico contenuti nelle screenline, i Trip Ends e le informazioni sui percorsi in modo da aggiornare la matrice in input affinché questa si adatti nel miglior modo possibile ai dati di traffico rilevati: per far ciò il modulo Analyst utilizza la funzione di Massima Verosimiglianza per produrre la matrice OD stimata.

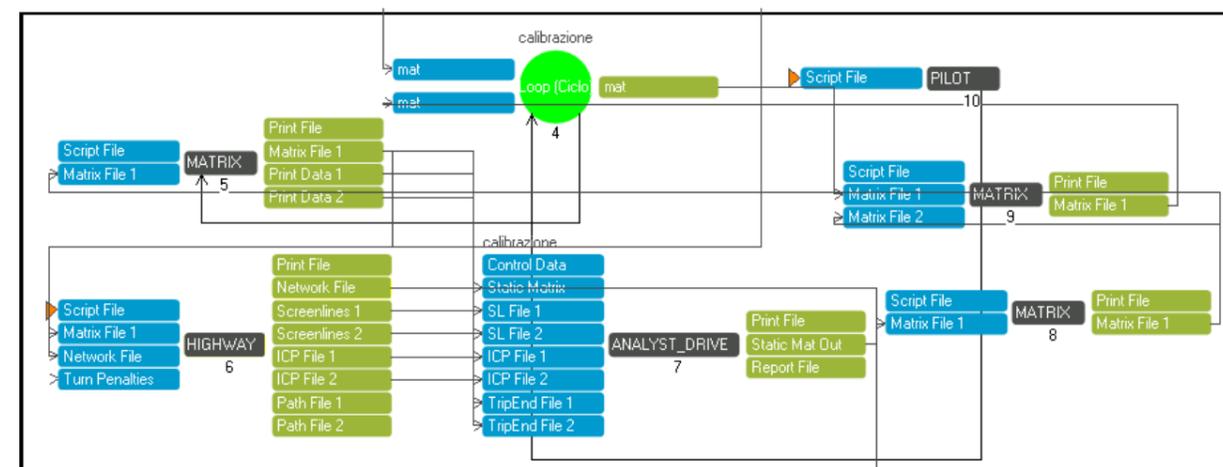


Figura 12 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6

Di seguito si riporta lo scattergram relativo al livello di correlazione raggiunto fra i volumi rilevati ed i volumi calcolati nel modello finale calibrato dell'area di studio. L'indice R2 per le sezioni stradali contenute all'interno dell'area di studio è pari a 0,99 sia per la punta mattutina che per quella serale, ciò conferma la bontà del modello nel rappresentare correttamente il regime di circolazione rilevato nell'area di interesse. Mentre su area vasta l'indice R<sup>2</sup> dell'intera rete si attesta attorno allo 0,90, che conforta sulla bontà della rappresentazione ottenuta considerata l'estensione dell'area di riferimento.

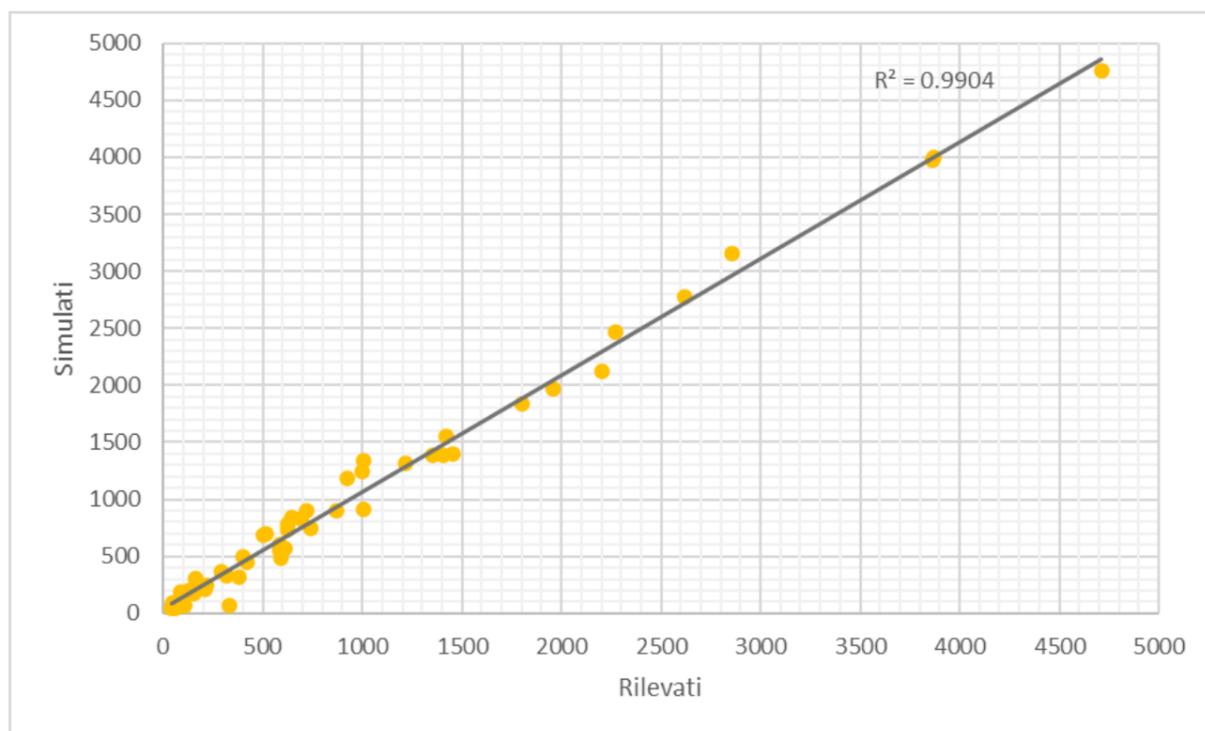


Grafico 04 – Scattergram rete area di studio – Punta mattutina

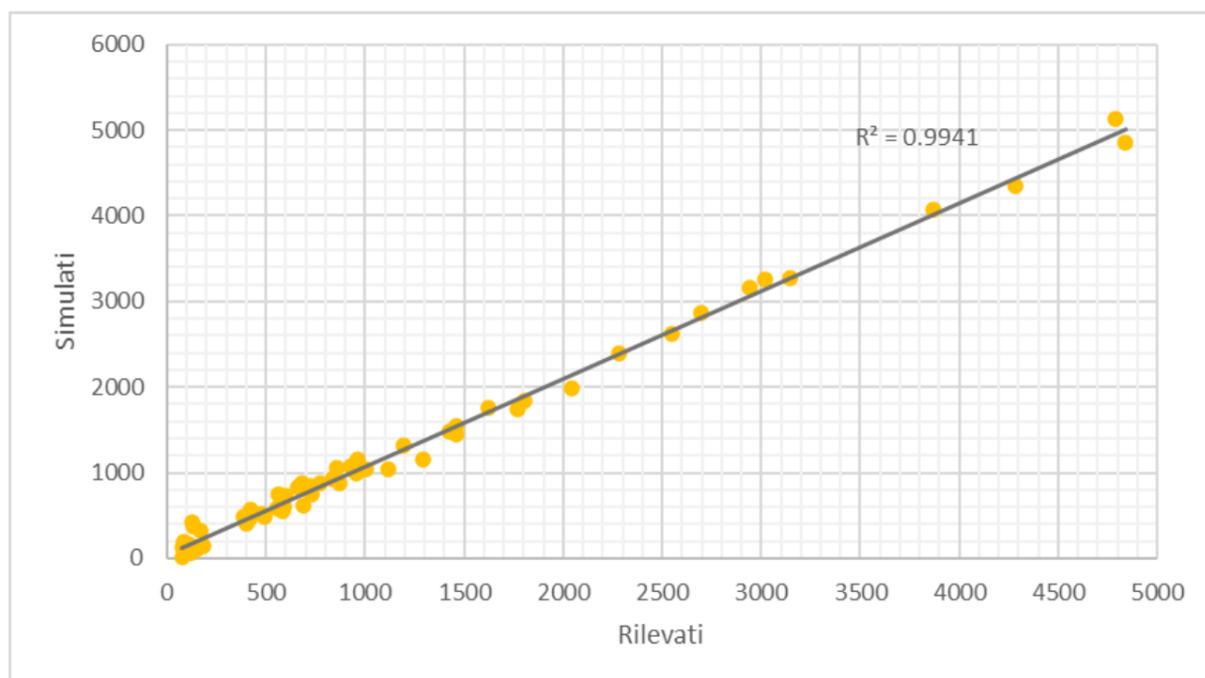


Grafico 05 – Scattergram rete area di studio – Punta serale

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

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

con M flusso orario simulato dal modello e C flusso orario rilevato nella sezione di conteggio.

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

- GEH < 5.0 – si riscontra una buona rispondenza tra flusso modellato e flusso rilevato nella sezione in esame;
- 5.0 < GEH < 10.0 – sono necessari approfondimenti per la sezione in esame;
- GEH > 10.0 – si riscontra la presenza di situazioni problematiche nella modellazione e nella rilevazione del flusso sulla sezione in esame.

In accordo con quanto stabilito dal Design Manual for Roads and Bridges redatto dall'Highways Agency britannica, nella pratica modellistica si considera adeguato un modello di traffico caratterizzato dall'85% delle sezioni di controllo con GEH < 5.0.

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

- GEH < 5.0 per l'88% delle sezioni;
- 5.0 < GEH < 10.0 per il 12% delle sezioni;
- GEH > 10.0 per lo 0% delle sezioni;

per la punta mattutina, e:

- GEH < 5.0 per il 91% delle sezioni;
- 5.0 < GEH < 10.0 per il 9% delle sezioni;
- GEH > 10.0 per lo 0% delle sezioni;

per quella serale.

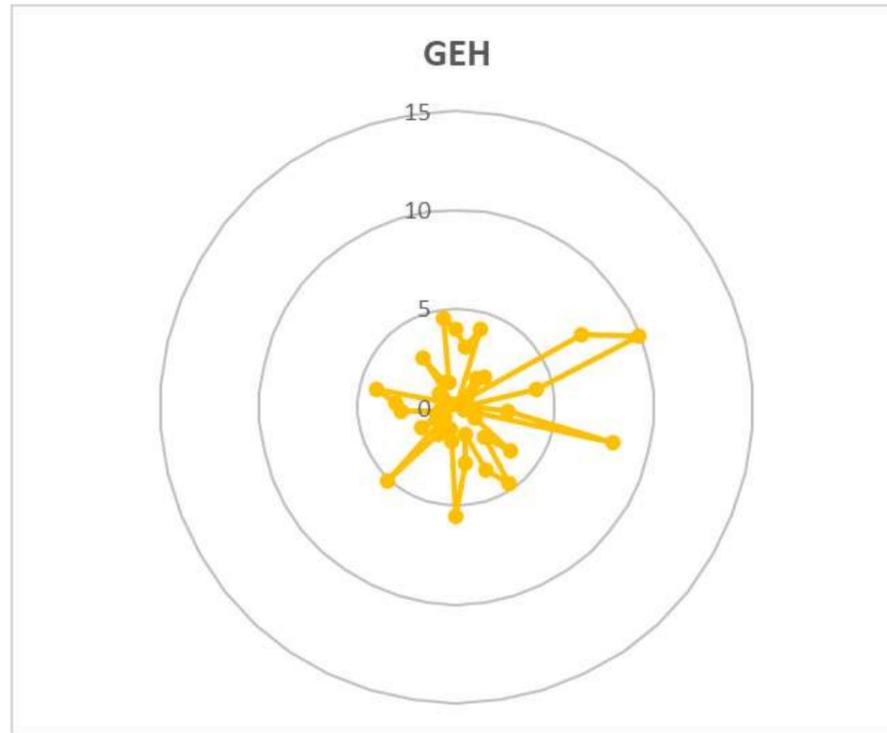


Figura 13 - Diagramma di dispersione GEH – Punta mattutina

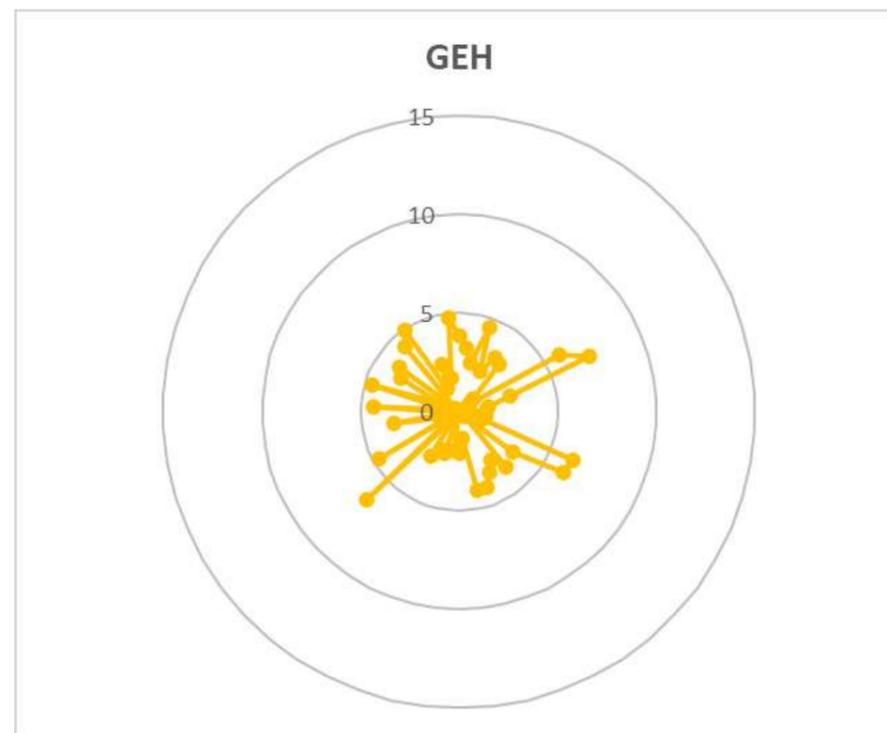


Figura 14 - Diagramma di dispersione GEH – Punta serale

Le immagini seguenti riportano il raffronto tra i flussi assegnati del modello (valori in nero) e i valori rilevati sulle sezioni stradali oggetto di analisi (valori in rosso).

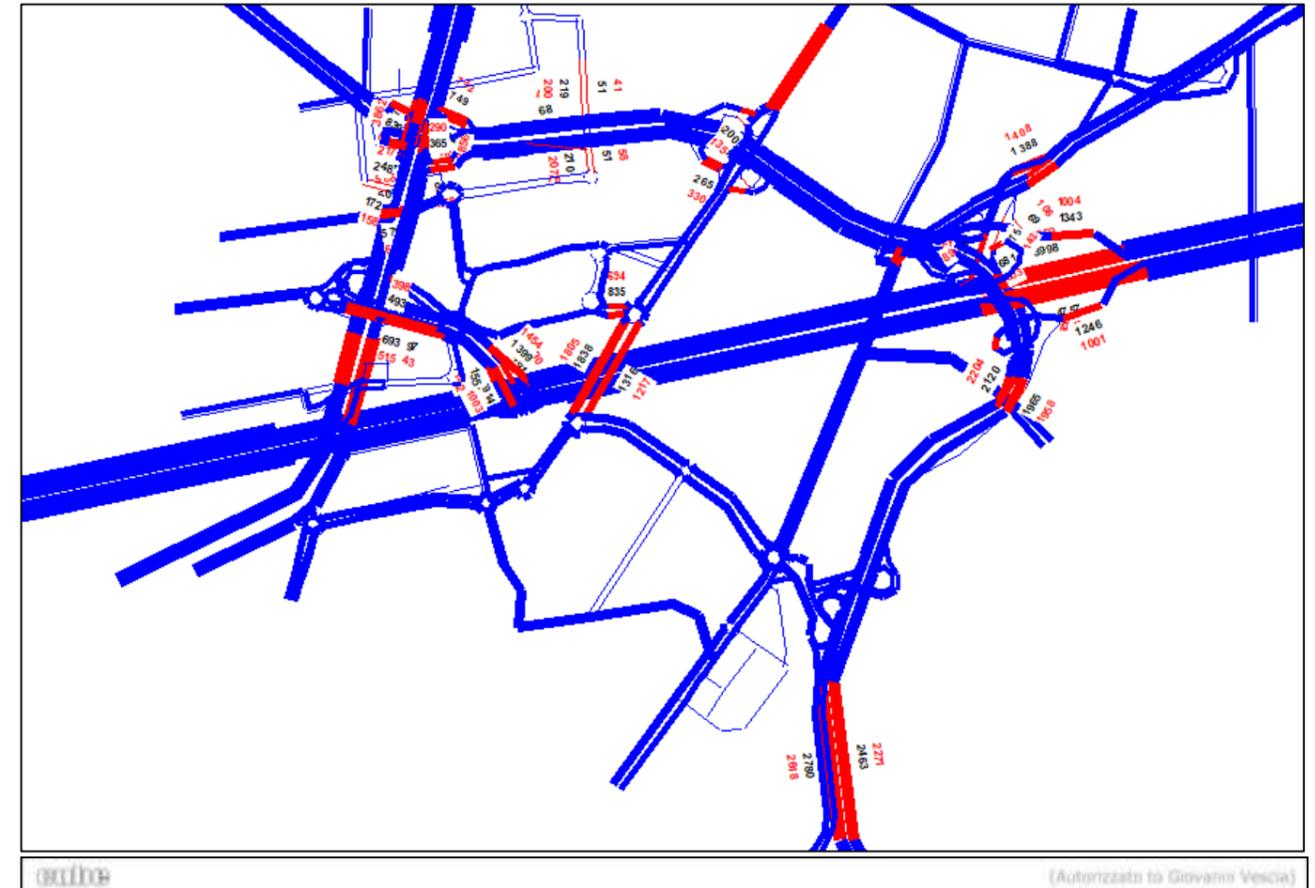


Figura 15 – Confronto veicoli equivalenti rilevati (in rosso) e assegnati (in nero) – Punta mattutina

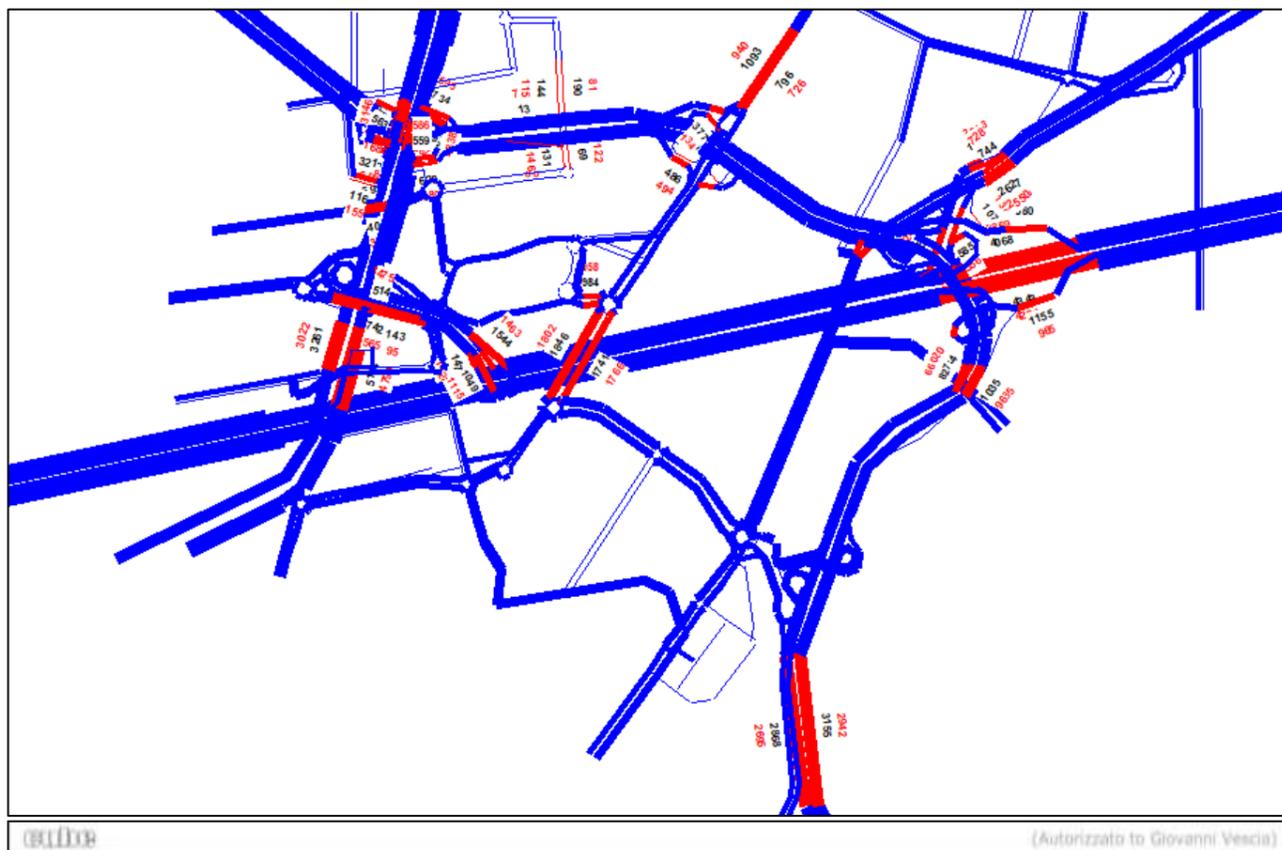


Figura 16 – Confronto veicoli equivalenti rilevati (in rosso) e assegnati (in nero) – Punta serale

### 3.4 MODELLO DI ASSEGNAZIONE – SCENARIO ATTUALE

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

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

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

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

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

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

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

$$T = TE * [1 + a * (F/C)^b] + TTAR$$

con

- $TE = D/V$ , dove D è la distanza in km e V è la velocità di percorrenza di flusso libero in Km/h;
- F flusso orario sull'arco;
- C capacità di deflusso oraria dell'arco;
- a e b parametri dipendenti dalla categoria dell'arco;
- $TTAR = TAR * D * (1/VET)$ , dove TAR è la tariffa espressa in €/km, D è la distanza in km, VET è il valore economico del tempo per l'utente, espresso in €/h.

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

Il tempo aggiuntivo TTAR tiene conto del costo generalizzato di viaggio, che considera:

- Pedaggio;

- Tempo di viaggio, convertito in valori monetari tramite il Valore del Tempo (VOT);
- Distanza, convertita in valori monetari tramite il costo operativo chilometrico.

Il pedaggio nel modello di traffico è associato a ciascun arco della rete autostradale a pedaggio, in funzione delle specifiche tariffe applicate dai vari Concessionari.

Al fine di convertire il tempo di viaggio in costo, è fondamentale determinare il Valore del Tempo (VOT). All'interno del presente studio sono stati utilizzati i dati di VOT riportati all'interno dello STUDIO DI TRAFFICO A SUPPORTO DELL'AGGIORNAMENTO DEL PIANO ECONOMICO FINANZIARIO DELLA SOCIETÀ RELATIVAMENTE AL PERIODO REGOLATORIO 2018 – 2022: valori considerati alla base delle simulazioni modellistiche predisposte per la determinazione della domanda potenziale sono stati arrotondati a 15,00 €/h per la componente leggera e 30,00 €/h per quella pesante.

Successivamente alla ricostruzione della matrice Origine – Destinazione attuale ed alla calibrazione del modello di simulazione, l'assegnazione di tale matrice, relativa all'ora di punta considerata, ha consentito di ottenere la distribuzione degli spostamenti veicolari compiuti sulla rete di trasporto a servizio dell'intera area di studio.

Il diagramma di carico che costituisce uno degli output computazionali della simulazione effettuata riporta l'entità del traffico su ciascun arco stradale ed autostradale della rete di trasporto complessiva mediante una visualizzazione basata sia sulla scala cromatica (in range di colori in ragione del volume di spostamenti presenti sull'arco) sia, all'interno di tale scala cromatica, in termini di spessore della singola banda, direttamente proporzionale all'entità del flusso presente sull'arco.

La rappresentazione fornita, relativa ad entrambe le ore di punta della giornata e in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa su 4 range di valori:

- archi con traffico inferiore a 500 veicoli equivalenti/ora;
- archi con traffico compreso tra 500 e 1.000 veicoli equivalenti /ora;
- archi con traffico compreso tra 1.000 e 1.500 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 1.500 veicoli/ora.



Figura 17 – Flussogramma Scenario Attuale – Punta mattutina



Figura 18 – Flussogramma Scenario Attuale – Punta serale

Analogamente il grafico relativo al rapporto flusso/capacità riferito ad entrambe le ore di punta della giornata, si basa su 3 range di valori:

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



Figura 19 – Rapporto F/C scenario Attuale – Area di Studio



Figura 20 – Rapporto F/C scenario Attuale – Area di Studio

Dalle risultanze modellistiche si evince come l'ambito territoriale oggetto di analisi, all'interno del quale sono previsti gli interventi progettuali sulla A52 descritti in seguito, è caratterizzato da importanti volumi di traffico. Tali ingenti carichi veicolari si riscontrano sia sull'A4, sia sull'A52, sia sulla SS36, nonché su viale Fermi-viale delle Industrie, tutti assi in cui sono presenti archi stradali caratterizzati da un rapporto F/C > 0.75 indicativo di volumi di traffico tali da prefigurare condizioni di circolazione caratterizzati da livelli di servizio compresi tra D e F.

Si fa notare come situazioni di elevata congestione siano presenti anche sulla viabilità perimetrale del centro commerciale Vulcano ed in viale Valtellina, specie nel tratto compreso tra le due rotatorie.

#### SCENARIO DI RIFERIMENTO

Il quadro programmatico viene introdotto al fine di identificare gli interventi urbanistici ed infrastrutturali che caratterizzano l'area di studio per l'orizzonte temporale di riferimento (anno 2025).

Nel seguito verranno analizzati i seguenti aspetti:

- **l'evoluzione del quadro infrastrutturale** con particolare attenzione agli Interventi di potenziamento della rete stradale dell'area di studio che andranno a definire l'offerta di trasporto nello scenario temporale di riferimento;
- **l'evoluzione del quadro urbanistico / insediativo** ponendo particolare attenzione sui più importanti progetti di trasformazione urbana che contribuiranno significativamente al ridisegno della regione urbana in prossimità dell'area di studio nell'orizzonte temporale di riferimento.

### 3.5 ANALISI DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

La soluzione di riferimento, rispetto alla situazione attuale, contempla l'avvenuta esecuzione dei seguenti interventi infrastrutturali:

- riqualificazione dello svincolo dell'A52 all'altezza del centro commerciale Vulcano, mediante una soluzione a livelli sfalsati tra le rampe e il prolungamento di viale Edison e il potenziamento della viabilità locale di collegamento;

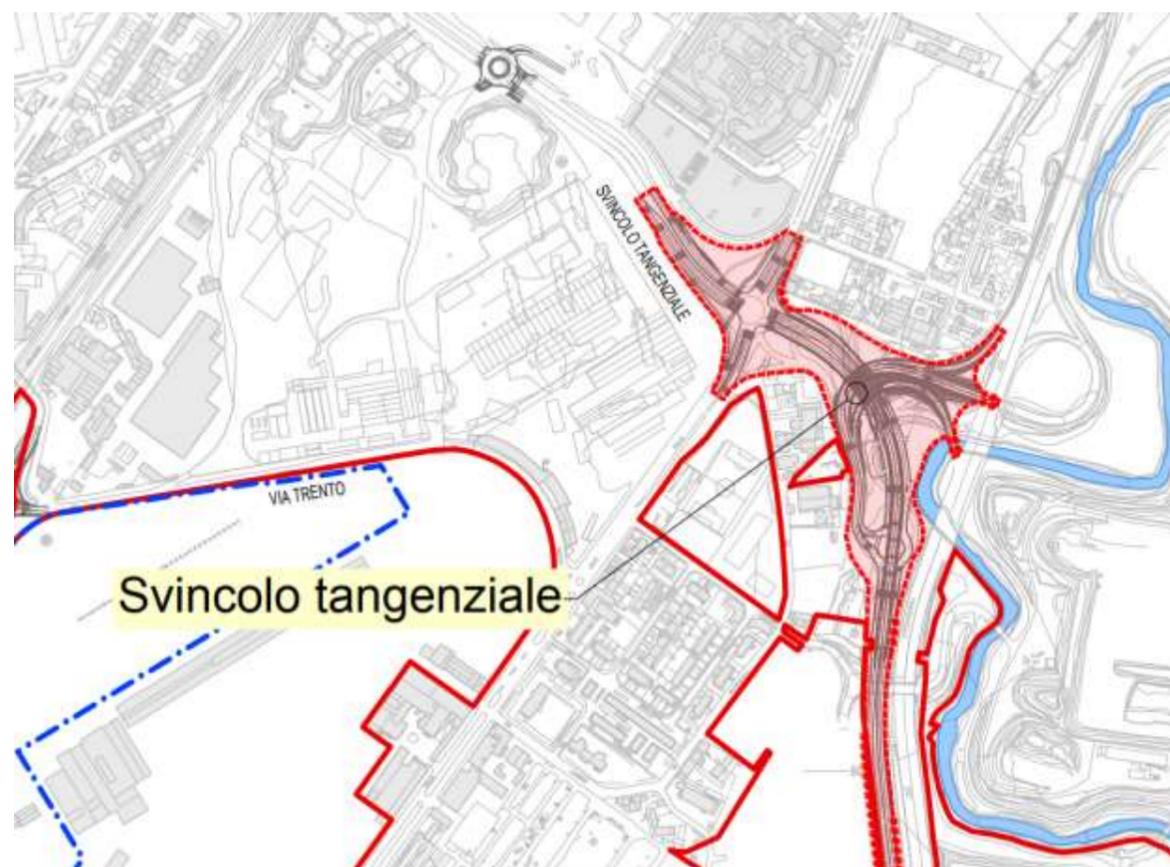


Figura 21 - riqualificazione dello svincolo dell'A52 all'altezza del centro commerciale Vulcano

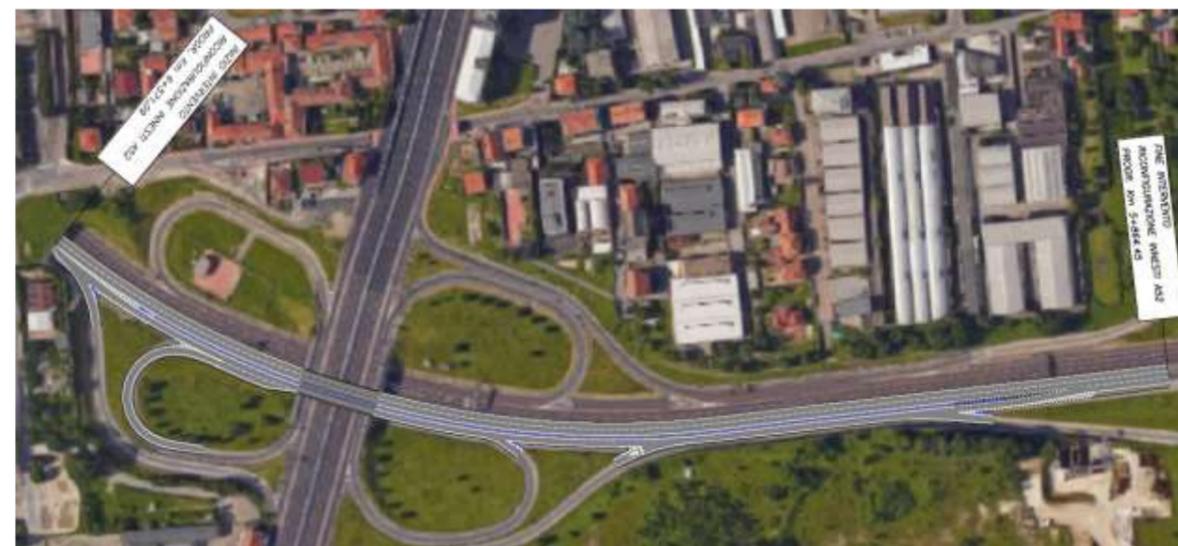


Figura 22 - Potenziamento della tratta tra lo svincolo con la SS36 e lo svincolo Robecco

- le opere infrastrutturali previste all'interno della procedura di VIA dell'ampliamento del centro Commerciale Auchan sulla viabilità ordinaria;



Figura 23 - Opere infrastrutturali viabilità Locale

- completamento dello svincolo tra l'A52 e la SS36, con realizzazione di un collegamento diretto tra la SS36 nord e l'A52 in direzione ovest;
- realizzazione della quarta corsia dinamica nel tratto compreso tra lo svincolo di Certosa e lo Svincolo di Sesto San Giovanni;
- riqualificazione dello svincolo dell'A4 di Cinisello Balsamo-- Sesto San Giovanni così come previsto da ASP1.

- Sistema Comasco (Villaguardia/A9, Como - Albate, Albese con Cassano/SS342/SS639), per una lunghezza di 9 Km.

Tale intervento, anche se previsto in un orizzonte temporale successivo al 2025, riveste un ruolo importante per quanto concerne la mobilità all'interno dell'area di studio: il completamento di questa infrastruttura consentirà infatti di assorbire una quota degli spostamenti est – ovest tra l'A4 e l'A8/A9 oggi integralmente gestiti dal tratto urbano dell'A4 e dall'A52.



Figura 24 –Riqualificazione dello svincolo dell'A4 di Cinisello Balsamo-Sesto San Giovanni

- il Potenziamento della SP46: l'intervento prevede la riqualifica/potenziamento prevalentemente in sede della SP46 Rho-Monza, tra Baranzate e Paderno Dugnano. L'obiettivo di tale intervento è quello di rafforzare l'itinerario tangenziale a nord di Milano, interconnettendo ad ovest il sistema di accessibilità alla Fiera (e quindi la A8, la A4 e la A50 tangenziale Ovest) e ad est la A52 tangenziale Nord di Milano, di cui la SP46 verrebbe a costituire la naturale prosecuzione.

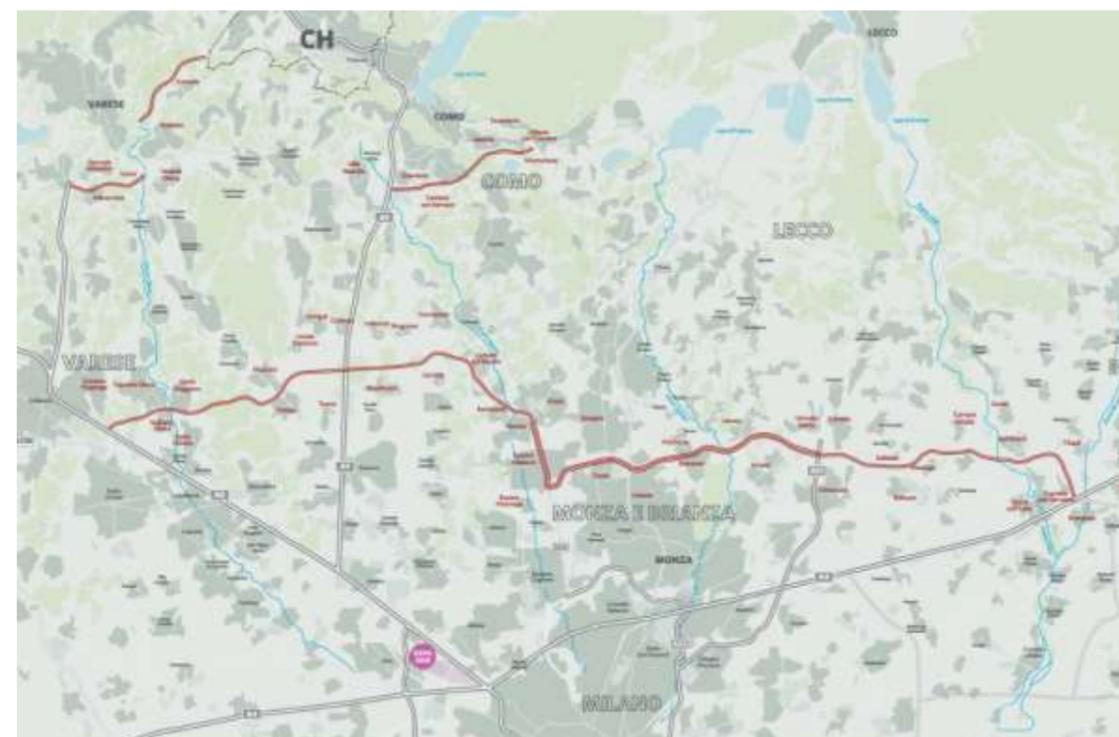


Figura 25 – Tracciato planimetrico della Pedemontana (fonte: [www.pedemontana.it](http://www.pedemontana.it))

Per le finalità del presente studio, tali interventi saranno analizzati all'interno degli scenari modellistici che caratterizzano gli scenari futuri di mobilità per l'area oggetto di analisi.

Oltre ai sopracitati interventi ricadenti all'interno dell'area di studio, su scala vasta si segnala il completamento della **Pedemontana Lombarda**: il sistema viabilistico pedemontano si svilupperà per circa 87 km di autostrada e 70 km di viabilità connessa, svincoli, raccordi e viabilità locale. Le sue parti fondamentali saranno:

- Asse principale (Cassano Magnago/A8, Lomazzo/A9, SS35, Desio/SS36, Vimercate/Tangenziale Est, Cornate d'Adda, Dalmine/A4), per una lunghezza di 69,4 Km;
- Sistema Varesino (Gazzada/A8, Vedano Olona, Malnate, Valico del Gaggiolo), per una lunghezza di 12,2 Km;

### 3.6 ANALISI DELLA DOMANDA

L'obiettivo prioritario della presente ricognizione sui più importanti progetti di trasformazione urbana è quello di offrire un quadro sistematico dei principali interventi che contribuiranno significativamente al ridisegno della regione urbana dell'area di studio, nell'orizzonte temporale di riferimento.

L'indagine è stata condotta privilegiando quelle trasformazioni che, per posizione geografica, per rilevanza dimensionale economica e territoriale ed eccellenza o rarità delle funzioni previste assumono un carattere strategico per l'intera area di studio.

Nelle fattispecie, all'interno del quadrante territoriale oggetto di analisi si segnalano gli interventi di seguito riportati:

- Ampliamento del centro commerciale Auchan all'interno del comune di Cinisello Balsamo;
- Realizzazione del parcheggio di interscambio a supporto del prolungamento della Linea M1 e della Linea M5 all'interno del comune di Cinisello Balsamo;
- L'attuazione dei comparti funzionali previsti all'interno del PII delle aree ex Falck nel comune di Sesto San Giovanni;
- La crescita della domanda generalizzata su area vasta prevista sul sistema stradale principale.

#### 3.6.1 Ampliamento del Centro Commerciale Auchan e parcheggio di interscambio

La stima dell'indotto veicolare relativo all'ampliamento del Centro Commerciale Auchan è stata effettuata utilizzando i dati riportati all'interno dello studio di traffico allegato alla procedura di VIA a cui la Variante di PII è stata sottoposta.

Di seguito si riportano, per singola destinazione d'uso di ogni comparto e del parcheggio di interscambio, i valori dei veicoli attratti e generati dal progetto per l'ora di punta serale del venerdì.

VENERDI' ODP SERALE				INGRESSO	USCITA	TOTALI
LOTTO	SLP - Superficie	SV	POSTI AUTO	veicoli/ora	veicoli/ora	veicoli/ora
A e C/D	-	84'000.00	-	2495	1663	<b>4'158</b>
B	34'430	-	-	0	344	<b>344</b>
LLDICO	12'272	-	-	0	0	<b>0</b>
PARCHEGGIO MM	-	-	1'500	0	450	<b>450</b>
<b>TOTALE</b>				<b>2'495</b>	<b>2'458</b>	<b>4'952</b>

Tabella 06 – Riepilogo della stima del traffico indotto – Ora di punta della sera venerdì

Nella fascia oraria di punta serale del venerdì si rileva quindi un numero complessivo teorico di spostamenti generati e attratti delle nuove funzioni in progetto pari a 4.952 veicoli, dei quali 2.495 in ingresso all'area di intervento e 2.458 in uscita dall'insediamento.

#### 3.6.2 PII AREE EX FALCK

Il 23 marzo 2016 la Giunta Comunale ha approvato la Variante al Programma Integrato di Intervento (Delibera n. 80/2016).

Il PII vigente Aree Falck prevede la realizzazione delle seguenti capacità edificatorie:

- mq. 607.280,00 di SLP a destinazione residenziale, di cui:
  - mq. 485.824,00 di SLP per edilizia libera;
  - mq. 121.456,00 di SLP per edilizia convenzionata, evidenziandosi, altresì, la prevista realizzazione di mq. 41.355,00 di SLP per edilizia sociale;
- mq. 404.854,00 di SLP per attività di produzione di beni e servizi, di cui:
  - mq. 81.000 di SLP per attività produttive;
  - mq. 147.853,00 di SLP per attività terziarie;
  - mq. 27.000,00 di SLP per attività ricettive;
  - mq. 50.000,00 di SLP per attività commerciali (grande struttura di vendita unitaria/grande magazzino non alimentare);
  - mq. 40.000,00 di SLP per attività commerciali di media struttura di vendita organizzate in blocchi (di cui max mq. 7.500,00 di SLP da destinarsi al settore merceologico alimentare);
  - o mq. 10.000,00 di SLP per attività commerciali di vicinato o medie strutture di vendita ricomprese nella soglia dimensionale di tra mq. 251,00 e mq. 500,00;
  - mq. 49.000,00 di SLP per altre attività di produzione di beni e servizi.



Figura 26 – PII Aree EX FALCK vigente - (approvato con delibera G.C. n. 80 del 23.3.2016)

Anche per questo attrattore, la stima dell'indotto veicolare è stata effettuata utilizzando i dati riportati all'interno dello studio di traffico allegato alla procedura di VIA a cui la Variante di PII è stata sottoposta; considerato l'ampio orizzonte temporale di attuazione del Piano, è stata caricata una quota del traffico indotto complessivo riconducibile alle principali finzioni urbanistiche che verranno attivate per l'orizzonte temporale di riferimento. Di particolare rilevanza è la previsione, a valere nel PII in oggetto, di grande struttura di vendita – centro commerciale per mq. 73.500, ubicato a ridosso dell'asse di Viale Edison (a valere sull'edificio industriale dismesso "T5").

Considerando la complessità del piano, in relazione all'orizzonte temporale di breve termine in cui è previsto il completamento dell'intervento oggetto di analisi, verrà considerato attivo, e pertanto inserito all'interno delle

successive analisi modellistiche, il comparto commerciale previsto all'interno del T5 e il completamento della UCP1A (situata a ridosso dell'area della stazione).

### 3.6.3 ANALISI DELLO DOMANDA SU AREA VASTA

Per quanto attiene la domanda di aree vasta la stima sul possibile incremento riconducibile all'orizzonte temporale di riferimento è stata effettuata analizzando le seguenti fonti:

- Il PRMT di regione Lombardia;
- l'andamento della mobilità durante il periodo Covid e nel post ripresa;
- gli scenari di crescita riportati nel studio di traffico a supporto dell'aggiornamento del piano economico finanziario della società Serravalle relativamente al periodo regolatorio 2018 – 2022.

In particolare il Programma Regionale per la Mobilità e il Traffico (PRMT) di Regione Lombardia relativamente allo scenario futuro riporta i risultati del modello di ripartizione modale (effetti combinati di trasferimenti fra trasporto stradale e trasporto collettivo); la tabella successiva evidenzia l'incidenza sullo shift modale degli interventi previsti nei diversi scenari analizzati.

SCENARIO	NUMERO SPOSTAMENTI					
	Strada	Variazione su 2014	TPL ferro <sup>120</sup>	Variazione su 2014	TPL gomma	Variazione su 2014
2014	10.911.661	---	1.355.308	---	1.615.299	---
2015	10.914.901	+0,1%	1.348.828	-0,5%	1.615.299	---
2017	10.763.469	-1,4%	1.409.274	+4,0%	1.615.299	---
2020_A1	10.499.208	-3,8%	1.505.605	+11,1%	1.647.605	+2,0%
2020_A2	10.192.892	-6,6%	1.610.304	+18,8%	1.696.064	+5,0%
2020_B1	10.501.710	-3,8%	1.503.103	+10,9%	1.647.605	+2,0%
2020_B2	10.195.394	-6,6%	1.607.802	+18,6%	1.696.064	+5,0%

Fonte: elaborazione LISPA su dati Regione Lombardia

Tabella 07 - Risultati dello shift modale (numero di spostamenti/giorno)

Considerando l'orizzonte temporale di medio termine, la prevista riduzione della domanda stradale, legata allo sviluppo del trasporto pubblico su ferro e su gomma (quest'ultimo analizzato parametricamente), si traduce in una riduzione degli spostamenti su strada per una percentuale compresa fra il 3,8% e il 6,6%.

Analogamente i dati di raffronto tra il 2019 e il 2020 (mesi di giugno-settembre 2020) sulla rete autostradale rilevano come se da un lato il traffico pesante ha sostanzialmente raggiunto i valori del 2019, quello leggero è invece inferiore del 15% circa rispetto al 2019 (analoghi mesi dell'anno).



Figura 27 – Confronto traffico leggero 2019 – 2020 - traffico veicoli leggeri

Infine i dati di previsione di crescita della domanda sulla rete autostradale di competenza, effettuate prima della pandemia, definisce i seguenti fattori di crescita che al 2025 risulterebbero: anno 2025: +7.46% per i leggeri e 9.74% per i pesanti rispetto al 2018;

**Sulla base delle informazioni acquisite e in relazione alla situazione di mobilità attuale fortemente condizionata dall'emergenza epidemiologica in atto, si assume sul sistema autostradale, per l'orizzonte temporale del 2025, un'invarianza della crescita della componente di veicoli leggeri (si assume implicitamente che nel 2025 la componente leggera recuperi il decremento registrato dal raffronto tra il 2020 e il 2019), e un incremento dei veicoli pesanti pari a circa il 6,6% (1,28% annuo rispetto al 2020).**

### 3.7 RISULTATI ANALISI MODELLISTICHE – SCENARIO DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano i risultati del modello di assegnazione per lo scenario di riferimento. Le analisi sono state sintetizzate all'interno del diagramma di carico e il relativo rapporto Flusso/Capacità riferiti entrambi alla fascia oraria di punta del mattino e della sera.

La rappresentazione del flussogramma, in termini di flussi veicolari equivalenti, si basa di nuovo sui 4 range di valori seguenti:

- archi con traffico inferiore a 500 veicoli equivalenti/ora;
- archi con traffico compreso tra 500 e 1.000 veicoli equivalenti /ora;
- archi con traffico compreso tra 1.000 e 1.500 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 1.500 veicoli/ora.

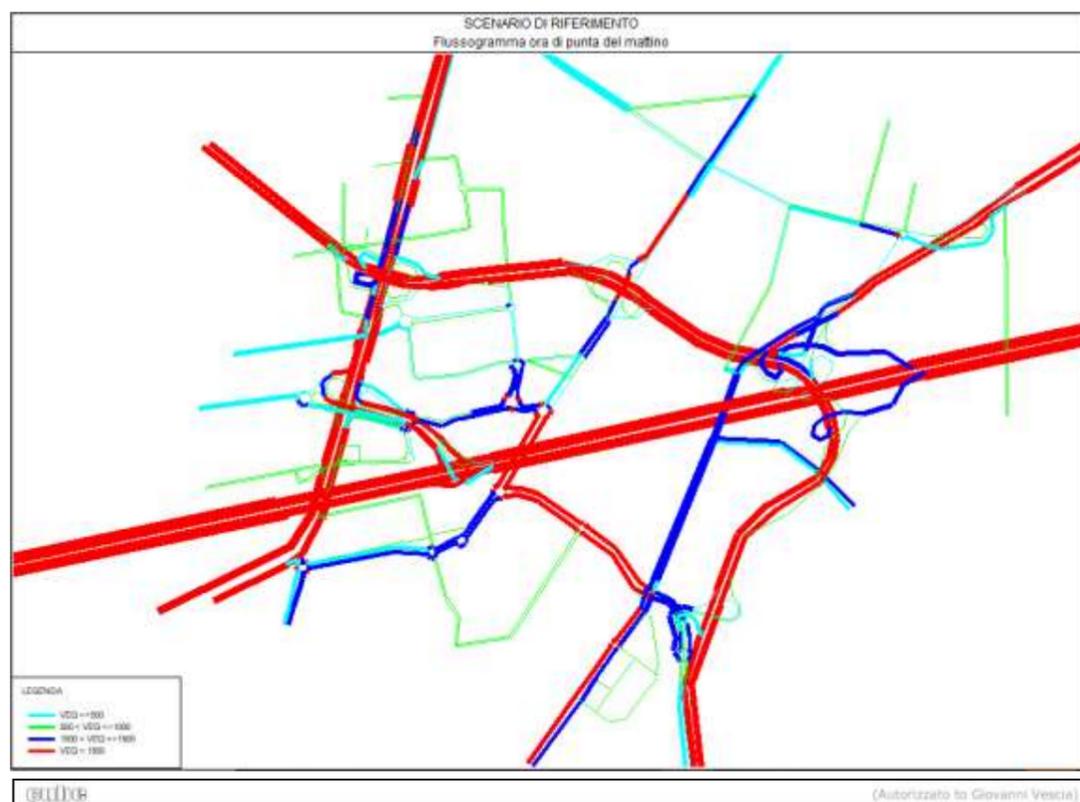


Figura 28 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta del mattino



Figura 29 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta serale

Sempre analogamente allo scenario attuale, il grafico relativo al rapporto flusso/capacità riferito all'ora di punta della sera, si basa su 3 range di valori:

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



Figura 30 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta del mattino



Figura 31 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta serale

Si evidenzia i come l'approccio utilizzato assume che il sistema oggetto di analisi non sia sensibilmente influenzato nel suo carico veicolare da variazioni dell'offerta infrastrutturale di area vasta: ciò determina una domanda di traffico sostanzialmente "rigida" e cautelativa in modo da consentire di valutare lo scenario trasportistico maggiormente penalizzante su cui valutare l'efficacia degli interventi di potenziamento che saranno ipotizzati nell'ambito territoriale oggetto di analisi. In tal senso, le successive analisi modellistiche sono state implementate assumendo la domanda di traffico attuale sulla quale è stata caricata integralmente l'incremento dell'indotto veicolare generato ed attratto dal quadro programmatico di riferimento, senza considerare quindi la componente di traffico "deviato" su itinerari e percorsi alternativi a quelli presenti all'interno dell'area di studio.

Ciò posto, l'analisi macroscopica evidenzia una maggior densità veicolare nella punta serale, che da qui in avanti verrà presa a riferimento in quanto maggiormente significativa tenendo conto anche degli sviluppi urbanistici previsti in quest'ambito, in particolare l'ampliamento del centro commerciale Auchan, il cui indotto annesso è preponderante nella punta serale.

In questo scenario di analisi, in assenza di interventi di potenziamento della infrastruttura oggetto di analisi, si rileva un peggioramento dei parametri prestazionali che descrivono e caratterizzano il deflusso veicolare sia sulla viabilità autostradale, sia sulle zone di scambio con il sistema viabilistico urbano ed extraurbano a cui l'infrastruttura risulta connesso. In particolare, come evidenziato anche nei successivi capitoli, si rilevano in particolare due elementi di forte criticità:

- sullo svincolo della A52/SS36, in particolare sulla manovra di immissione dall'A52 per i veicoli provenienti da est e diretti verso la SS36 in direzione nord: le verifiche effettuate relativamente a questo scenario di analisi evidenziano su questa rampa valori del perditempo medio veicolare pari a 305 secondi, mentre l'accodamento massimo si attesta sui 750/800 metri.



Figura 32 – Rampa di collegamento A52 est - SS36 nord

- La zona di scambio tra i flussi in uscita dal casello A4 e diretti verso l'A52 in direzione ovest e la rampa che si immette dalla via Marconi nel comune di Monza. In questo scenario di analisi si rilevano valori di perditempo medio veicolare e accodanti alquanto consistenti e tali da prefigurare condizioni di deflusso veicolare caratterizzati da LOS pari ad F.

approccio	Perditempo [sec]
Immissione A4	245 sec
Immissione via Marconi	413 sec

Tabella 08 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe di immissione– scenario riferimento



Figura 33 – Zona di scambio uscita A4 – immissione da via Marconi

La risoluzione delle predette criticità ha portato ad individuare una serie di opere ed interventi infrastrutturale con un duplice obiettivo: fluidificare il deflusso sull'asse autostradale e, al contempo, ridurre le interferenze nelle zone di scambio tra la viabilità autostradale e la viabilità urbana ed extraurbana di collegamento.

Nei successivi capitoli si riporta l'analisi delle scelte progettuali e le relative verifiche di funzionalità rispetto agli obiettivi prefissati.

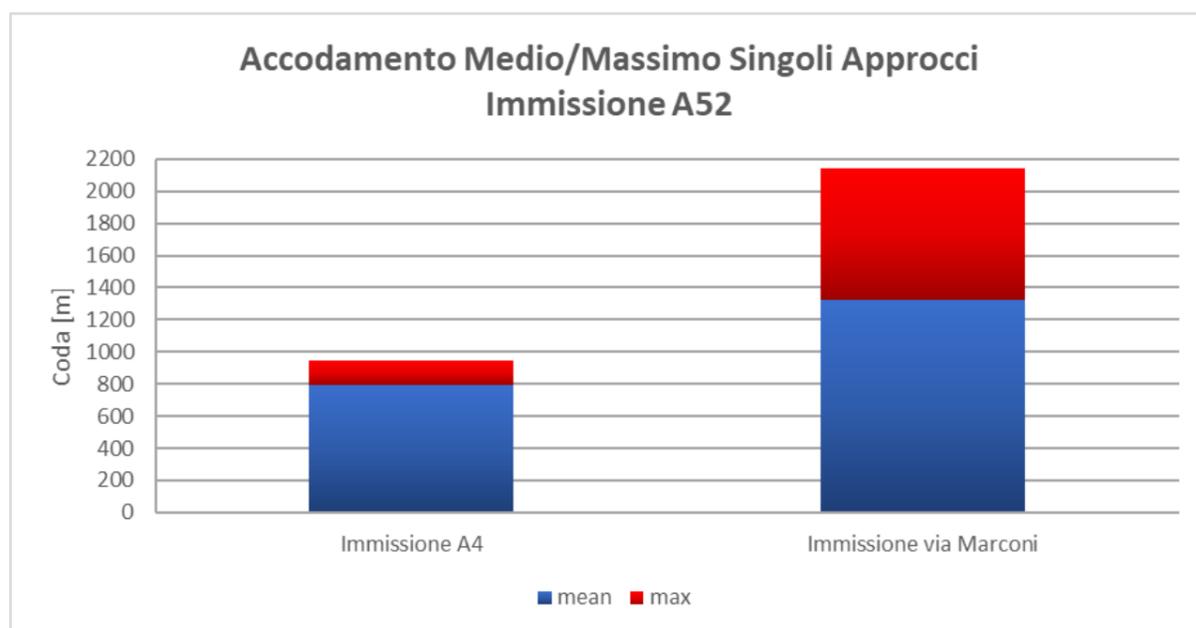


Grafico 06 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle rampe di immissione– scenario di riferimento

## 4 SCENARI D'INTERVENTO

Come già anticipato, il miglioramento della fruizione della rete stradale è perseguibile principalmente introducendo quegli interventi di potenziamento o adeguamento delle opere infrastrutturali esistenti i cui effetti diano benefici anche alla viabilità locale di adduzione al sistema viabilistico principale; in relazione agli obiettivi preposti di migliorare il deflusso veicolare sia sulla viabilità primaria autostradale, sia sul sistema locale di adduzione, sono state elaborate le soluzioni come di seguito sintetizzate.

### 4.1 ANALISI DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Nello specifico, nell'aprile 2023, il progetto è stato sottoposto a procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA ai sensi dell'art. 19 del D.lgs. 152/2006 dell'opera stradale inerente al potenziamento dell'interconnessione A4-A52 – ramo di svincolo tra A4 direzione Torino e A52 direzione Rho e svincolo di Monza S. Alessandro, presentata dalla Società Milano Serravalle-Milano Tangenziali S.p.A. con nota del 05/04/2024 e identificata tramite codice 9699 (ID\_VIP/ID\_MATTM).

In considerazione del parere della Commissione tecnica di verifica impatto ambientale VIA e VAS – Sottocommissione VIA n. 767, l'esito della determinazione direttoriale del 28/07/2023 (N. determinazione direttoriale MASE\_VA\_DEC\_2023-0000368 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali – pubblicato il 02/08/2023) evidenzia come il progetto sia da sottoporre al procedimento di VIA, secondo le disposizioni di cui al Titolo III della parte seconda del D.Lgs.n.152/2006 e s.m.i.

In particolare nel procedimento di Verifica di Assoggettabilità a VIA è pervenuto il parere del Comune di Monza – Settore Mobilità e Viabilità, Patrimonio - Servizio Mobilità prot. N.0112960/2023 del 16/06/2023 (pubblicato in data 27/06/2023 e avente codice elaborato MASE-2023-0099089 nell'ambito della procedura di Verifica di Assoggettabilità), il quale riporta un'espressione favorevole dell'Ente interessato nei confronti dell'impianto generale della proposta di progetto al fine di canalizzare e fluidificare il traffico in arrivo dalla A4 che si innesta sulla A52, formulando tuttavia alcune richieste e prescrizioni.

Relativamente agli aspetti progettuali e trasportistici che determinano modifiche rispetto alle soluzioni progettuali analizzate, si rilevano le seguenti osservazioni che la concessionaria ha inteso accogliere:

*Tratto intermedio:*

*si propone di attenersi alle seguenti indicazioni (come da All. B - Planimetria parte integrante dell'atto)*

*4. in merito alla realizzazione del ramo di collegamento in uscita dalla A52 direzione nord (uscita a doppia curva): rivalutazione del tracciato quanto più possibile in aderenza alla via Edison, nel rispetto del raggio minimo di curvatura imposto dalla normativa vigente;*

*5. in merito alla realizzazione di una rotatoria a quattro rami in prossimità della curva a 90° su via Edison (Cinisello B.mo) "Rotatoria 1": riduzione del diametro della rotatoria volto ad un minor sfruttamento di suolo;*

*6. in merito alla realizzazione di una rotatoria all'intersezione tra la via Campania e via Philips "Rotatoria 2" e realizzazione della bretella di connessione con Viale Campania: eliminazione dei due interventi volta ad un minor sfruttamento di suolo possibile\*.*



Figura 34 - All. B - Planimetria parte integrante dell'atto – Proposta Comune di Monza

Sulla base di quanto sopra le analisi progettuali effettuate sono risultate:

- progetto esecutivo sottoposto a Verifica di Assoggettabilità alla VIA (Figura 35)
- progetto esecutivo sottoposto a VIA (Figura 36) con recepimento delle osservazioni sopra citate formulate da parte degli enti



Figura 35 - Planimetria del progetto esecutivo sottoposto a Verifica di Assoggettabilità alla VIA



Figura 36 - Planimetria del progetto esecutivo sottoposto a VIA

Le due soluzioni proposte differiscono principalmente per il tratto di connessione con la viabilità locale all'interno del comune di Monza (*realizzazione di una rotonda all'intersezione tra la via Campania e via Philips "Rotatoria 2" e realizzazione della bretella di connessione con Viale Campania*), mentre non si rilevano apprezzabili variazioni per quanto concerne gli elementi infrastrutturali che caratterizzano la progettazione sulla carreggiata autostradale.

## 4.2 ANALISI DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

La "Soluzione progettuale" sottoposta a VIA prevede le seguenti modifiche infrastrutturali:

- Adeguamento dello svincolo di via Borgazzi mediante chiusura dell'attuale uscita "Monza Centro – Fermata Metro Sesto San Giovanni 1°Maggio" in carreggiata nord e realizzazione di una nuova rampa di ingresso in Tangenziale dalla rotonda di via Borgazzi in direzione nord. Negli elaborati progettuali l'intervento sulla nuova rampa è denominato "Ramo 2".
- Realizzazione nuova rampa di uscita in carreggiata nord dalla Tangenziale verso l'attuale via Edison, per poi congiungersi con essa. Negli elaborati progettuali l'intervento è denominato "Ramo 3".  
Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord della Tangenziale Nord A52 dalla pk 5+100 alla pk 5+500 (per un totale di 400 m) con riconfigurazione a 3 corsie di marcia con emergenza. Negli elaborati progettuali l'intervento è denominato "Asse principale".
- Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord dell'A52 dalla pk 5+500 circa alla pk 5+800 circa con riconfigurazione a 3 corsie di marcia, corsia specializzata di scambio di lunghezza pari a 250m e banchina laterale secondo DM2006. Negli elaborati progettuali gli interventi di ampliamento, comprensivo di quello definito al punto precedente, vengono denominati come "Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord".
- Realizzazione di una rotonda a due rami di innesti in prossimità della attuale curva a 90° su via Edison, a nord della Tangenziale A52, dove si andrà a congiungere la rampa di nuova realizzazione. Negli elaborati progettuali la rotonda è denominata "Rotatoria 1".
- Riconfigurazione piattaforma stradale carreggiata nord della Tangenziale A52 mediante sola segnaletica orizzontale tra la via Edison e la SS36 (da pk 5+700 a pk 6+500, per un totale di 800m).

Lo scenario di intervento descritto nei paragrafi seguenti è caratterizzato inoltre dalla stessa domanda di spostamenti dedotta all'interno dello scenario di riferimento.

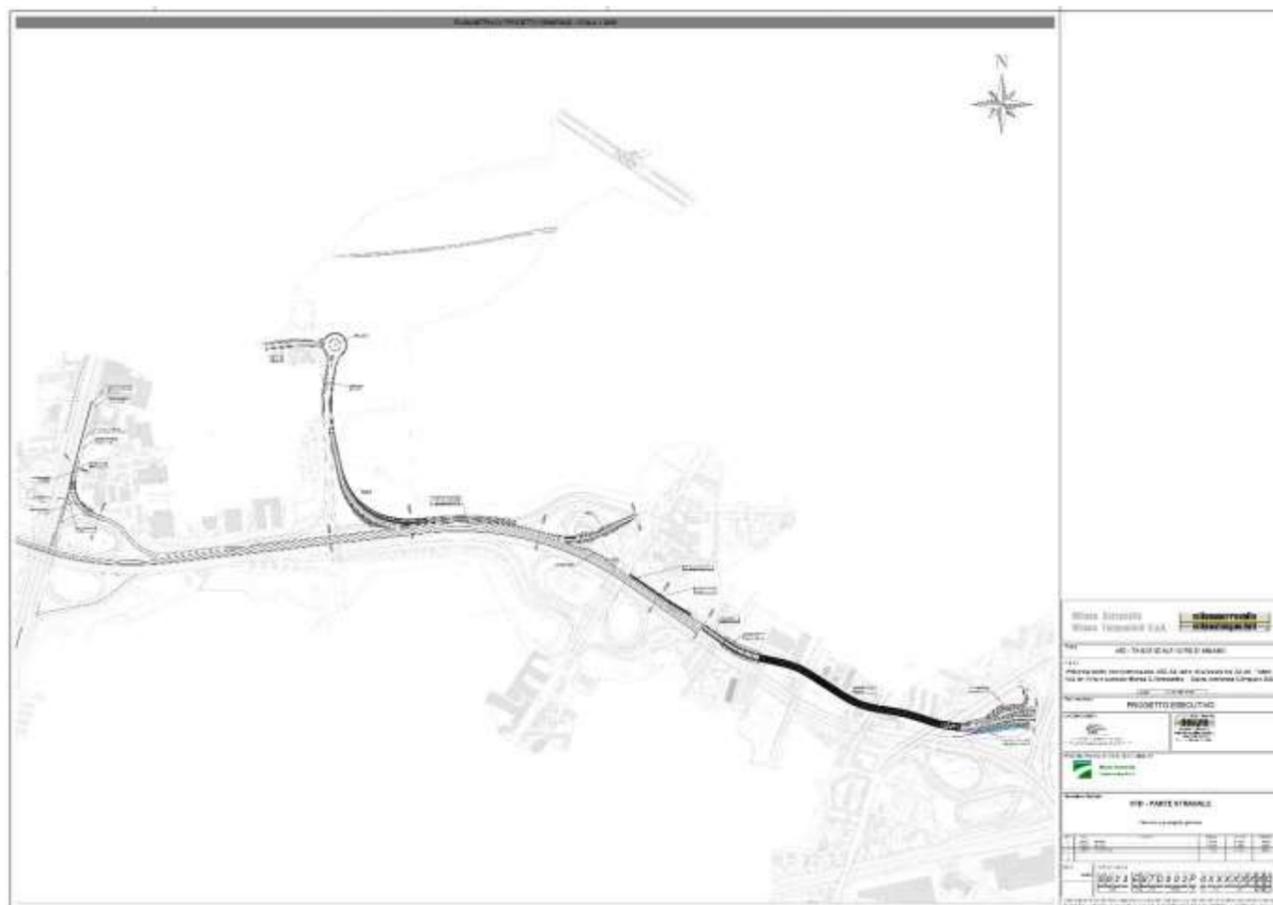


Figura 37 – Soluzione progettuale

La soluzione progettuale è rappresentata in Figura 37e corrisponde a quella che più adeguatamente risponde sia alle esigenze della collettività, garantendo la salvaguardia dell’area agricola del cosiddetto “Casignolo” e ottimi benefici definibili da parametri di traffico, sia alle esigenze del Committente, in termini di minimizzazione degli oneri manutentivi. La soluzione progettuale adottata tiene inoltre conto dei pareri degli Enti presentate in occasione della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA (codice procedura 9699), conclusasi con determinazione direttoriale N. MASE\_VA\_DEC\_2023-0000368 del 28/07/2023 con il rimando alla procedura di VIA.

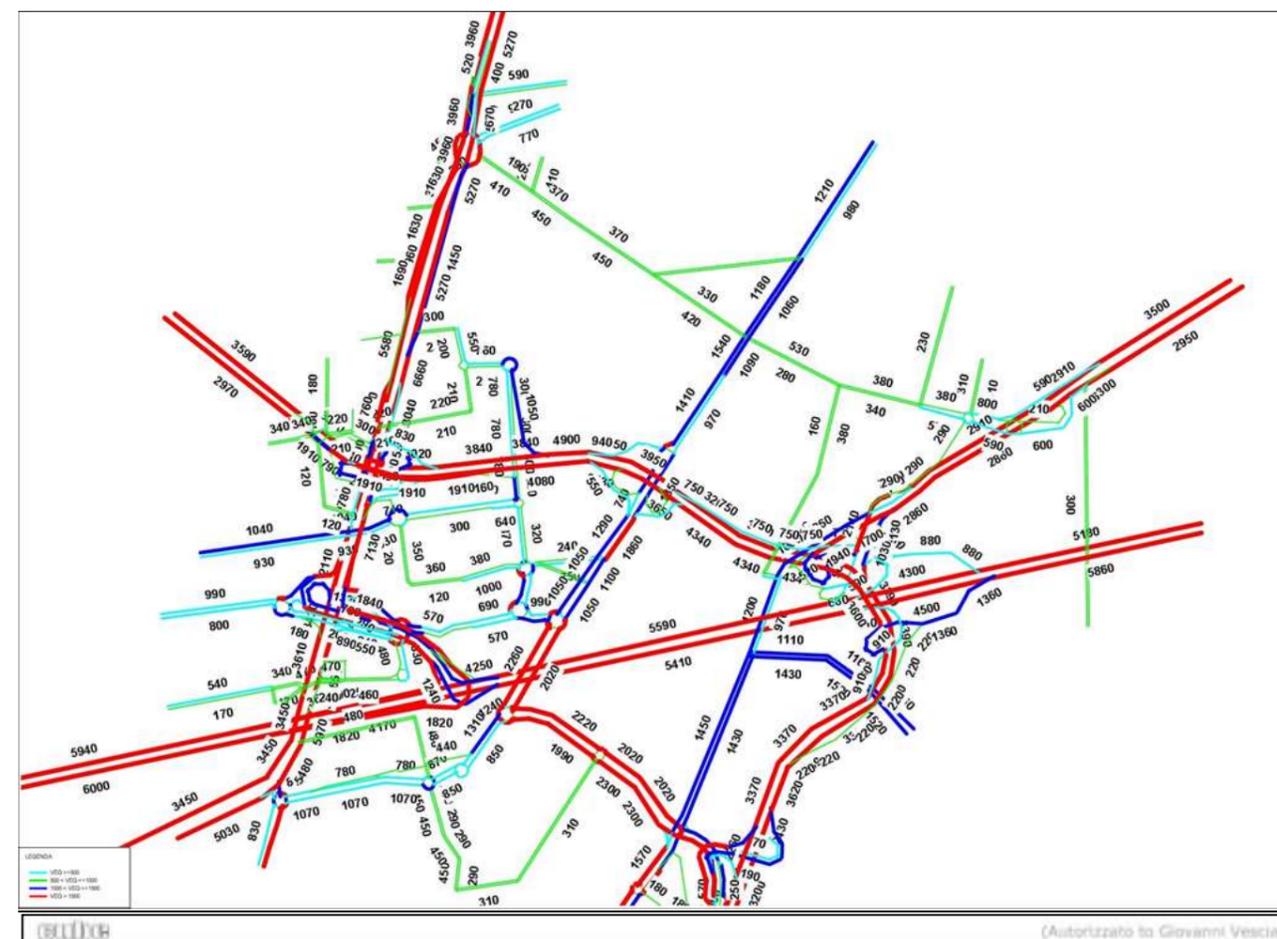


Figura 38 – Flussogramma Scenario di progetto – Punta serale

#### 4.2.1 RISULTATI ANALISI MODELLISTICHE: SOLUZIONE DI PROGETTO

Di seguito si riportano i risultati del modello di assegnazione per lo scenario di intervento considerando l’attuazione della soluzione progettuale 1. Le analisi sono state sintetizzate all’interno del diagramma di carico e il relativo rapporto Flusso/Capacità riferiti entrambi alla fascia oraria di punta della sera, che come già anticipato, rappresenta alla situazione peggiore in termini di deflusso veicolare sulla viabilità oggetto di analisi.

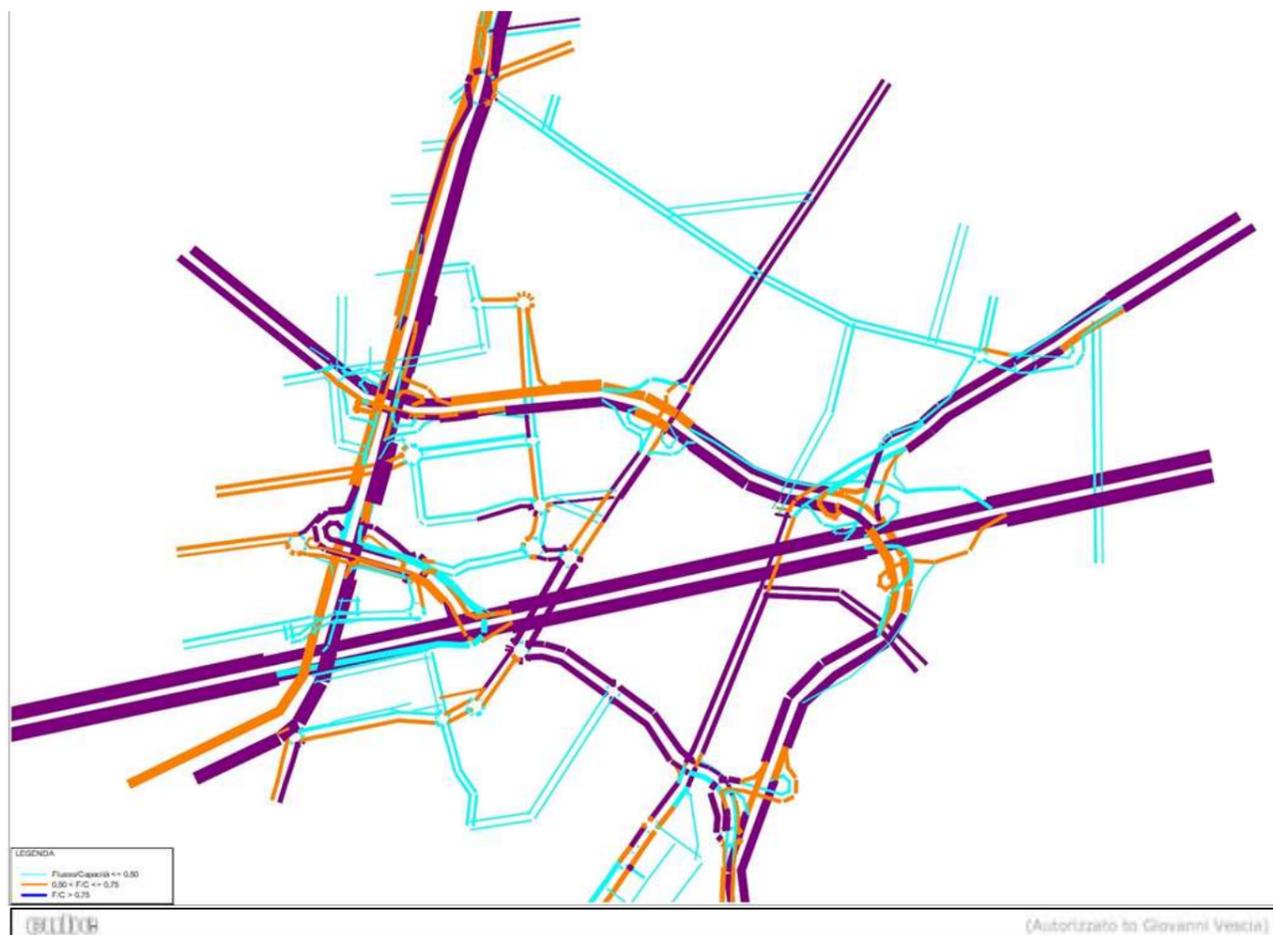


Figura 39 – Rapporto flusso/capacità Scenario 1 – Punta serale

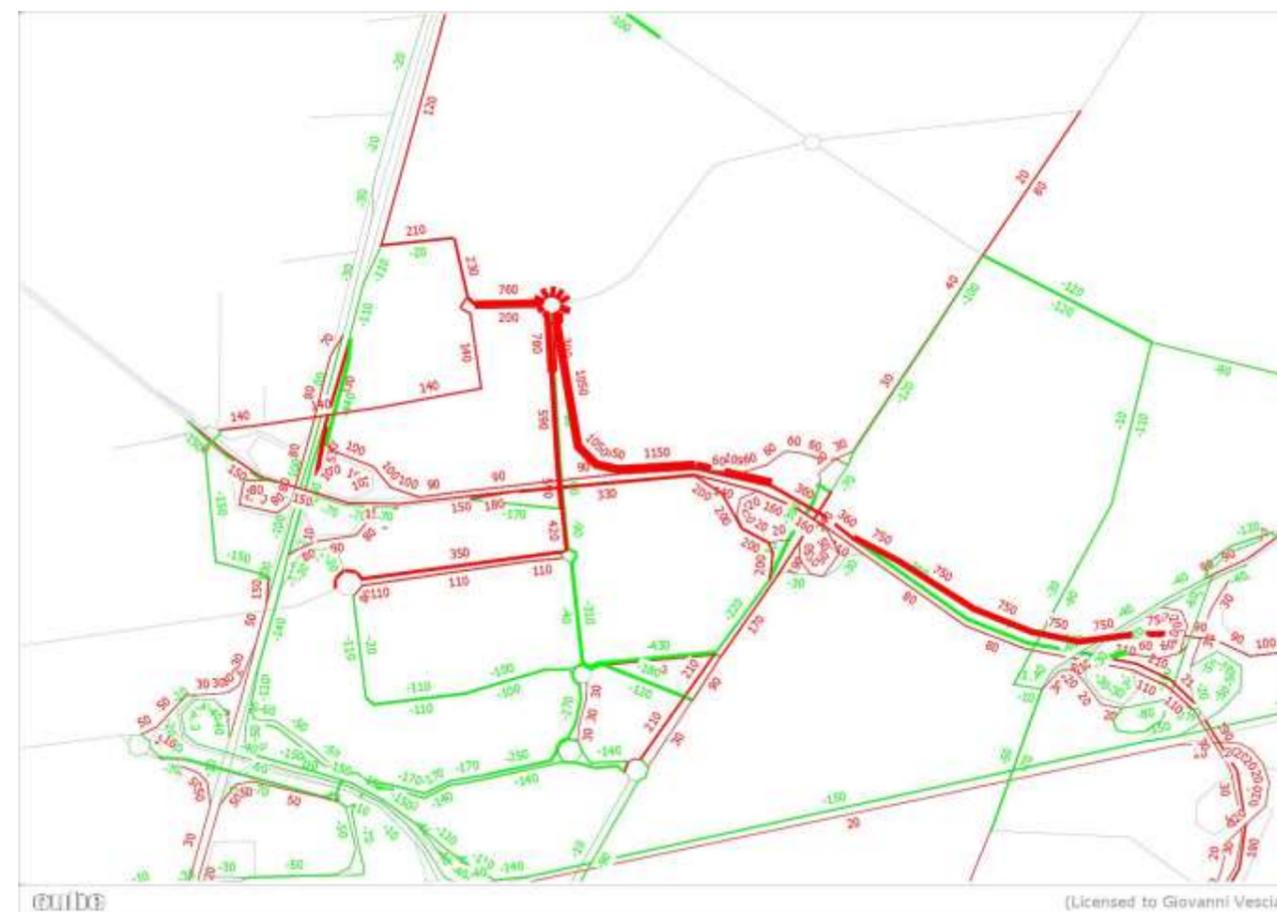


Figura 40 – Confronto dei flussi tra lo Scenario di progetto aggiornato e lo scenario di riferimento (senza intervento)– Ora di Punta serale

Relativamente al raffronto tra lo scenario di progetto e lo scenario di riferimento si rileva:

- un incremento del traffico sull’A52 e sulla rampa di collegamento con la SS36 in direzione nord, incremento dovuto anche alla chiusura della rampa che collega l’A52 con via Valtellina sullo svincolo di Monza Centro.
- un incremento sulla viabilità locale da via Edison alla controstrada della SS36 (viale Lombardia) di connessione con la rotatoria di San Fruttuoso (nord ovest) e su via Valtellina (sud);
- una lieve riduzione di traffico si rileva sull’asse di via Campania mentre resta pressoché inalterato il carico veicolare su via Borgazzi.

In termini locali permangono pertanto le condizioni di circolazione difficili sull’asse nord-sud di via Borgazzi via Valtellina riscontrabili allo stato attuale.

Sul resto della rete non si rilevano variazioni specifiche da segnalare.

La soluzione progettuale sottoposta a VIA confrontata alla precedente versione mantiene i benefici sull’assetto viabilistico dell’asse autostradale primario oggetto di miglioramento, mentre non modifica sostanzialmente il deflusso veicolare sulla viabilità locale attuale come si evince anche dal raffronto con lo scenario di riferimento

Per completezza di analisi si riporta inoltre, sempre relativamente alla punta della sera, il flussogramma di confronto dei flussi tra lo scenario progettuale e la soluzione che prevedeva il collegamento tra la rotatoria Edison e viale Campania oggetto di verifica di assoggettabilità alla VIA (in rosso sono evidenziati gli incrementi e in verde i decrementi rispetto alla soluzione di progetto oggetto di VIA).



Figura 41 – Confronto dei flussi tra lo Scenario di progetto VIA e la soluzione di progetto con il collegamento tra via Edison e viale Campania – Ora di Punta serale

Relativamente al raffronto tra i due scenari progettuali si evidenzia come il progetto in esame, senza il collegamento tra la rotatoria di via Edison e viale Campania, non determina variazioni significative del traffico indotto sull'A52 e sulle relative rampe di scambio con la viabilità comunale nella tratta oggetto di intervento; le variazioni sono inferiori a 50/ 60 veicoli equivalenti ora, valori che non determinano variazioni significative dei LOS così come stimati all'interno dello studio viabilistico allegato alla procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA a cui si rimanda per ogni approfondimento.

#### 4.3 CONCLUSIONI ANALISI MACROMODELLISTICHE

Le analisi macro modellistiche hanno permesso di rilevare, attraverso il diagramma di carico e il diagramma del rapporto flusso capacità la distribuzione dei flussi di traffico atteso sulla rete stradale dell'area di studio per la soluzione progettuale oggetto di analisi.

Il diagramma di confronto con lo scenario di riferimento (ovvero senza la realizzazione dell'opera) ha permesso di evidenziare come il progetto determina:

- un incremento del traffico sull'A52 e sulla rampa di collegamento con la SS36 in direzione nord, incremento dovuto anche alla chiusura della rampa che collega l'A52 con via Valtellina sullo svincolo di Monza Centro.
- un incremento sulla viabilità locale da via Edison alla controstrada della SS36 (viale Lombardia) di connessione con la rotatoria di San Fruttuoso (nord ovest) e su via Valtellina (sud);
- una lieve riduzione di traffico si rileva sull'asse di via Campania mentre resta pressoché inalterato il carico veicolare su via Borgazzi.

In termini locali permangono pertanto le condizioni di circolazione difficoltose sull'asse nord-sud di via Borgazzi via Valtellina riscontrabili allo stato attuale.

Sul resto della rete non si rilevano variazioni specifiche da segnalare.

La nuova soluzione di progetto sottoposta a VIA e che accoglie le richieste/prescrizioni degli enti (in particolare del Comune di Monza e della Provincia di Monza e Provincia), non determina variazioni significative del traffico indotto sull'A52 e sulle relative rampe di scambio con la viabilità comunale nella tratta oggetto di intervento; le variazioni si mantengono al di sotto dei 50/60 veicoli equivalenti ora, valori che non determinano variazioni significative dei LOS così come stimati all'interno dei successivi capitoli.

## 5 VERIFICA LIVELLO DI SERVIZIO SOLUZIONE PROGETTUALE

La verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano le diverse soluzioni progettuali verrà effettuata utilizzando il seguente approccio metodologico:

- La stima dei LOS verrà effettuata anche attraverso i criteri indicati dalla Deliberazione Giunta regionale 27 settembre 2006 - n. 8/3219 - allegato 4: Analisi di traffico.
- La verifica complessiva dell'assetto di rete verrà effettuato mediante l'utilizzo di un modello di **microsimulazione dinamica** utilizzando il pacchetto software Almsun.

In particolare le analisi sono state effettuate sui tratti stradali dove gli interventi infrastrutturali previsti dalle soluzioni progettuali comportano modifiche sostanziali rispetto alla situazione attuale. Le analisi sono state estese all'ora di punta serale, dove si rileva, per le aree oggetto, il regime di circolazione maggiormente penalizzante.

Si evidenzia altresì che scenario progettuale è stato ricostruito ipotizzando che il sistema oggetto di analisi non sia sensibilmente influenzato nel suo carico veicolare da variazioni dell'offerta infrastrutturale di area vasta: ciò determina una domanda di traffico sostanzialmente "rigida" in modo da consentire di valutare lo scenario trasportistico maggiormente penalizzante su cui valutare l'efficacia degli interventi di potenziamento che saranno ipotizzati nell'ambito territoriale oggetto di analisi. In tal senso, le analisi modellistiche sono state implementate assumendo la domanda di traffico attuale sulla quale è stata caricata integralmente l'incremento dell'indotto veicolare generato ed attratto dal quadro programmatico di riferimento, senza considerare quindi la componente di traffico "deviato" su itinerari e percorsi alternativi a quelli presenti all'interno dell'area di studio.

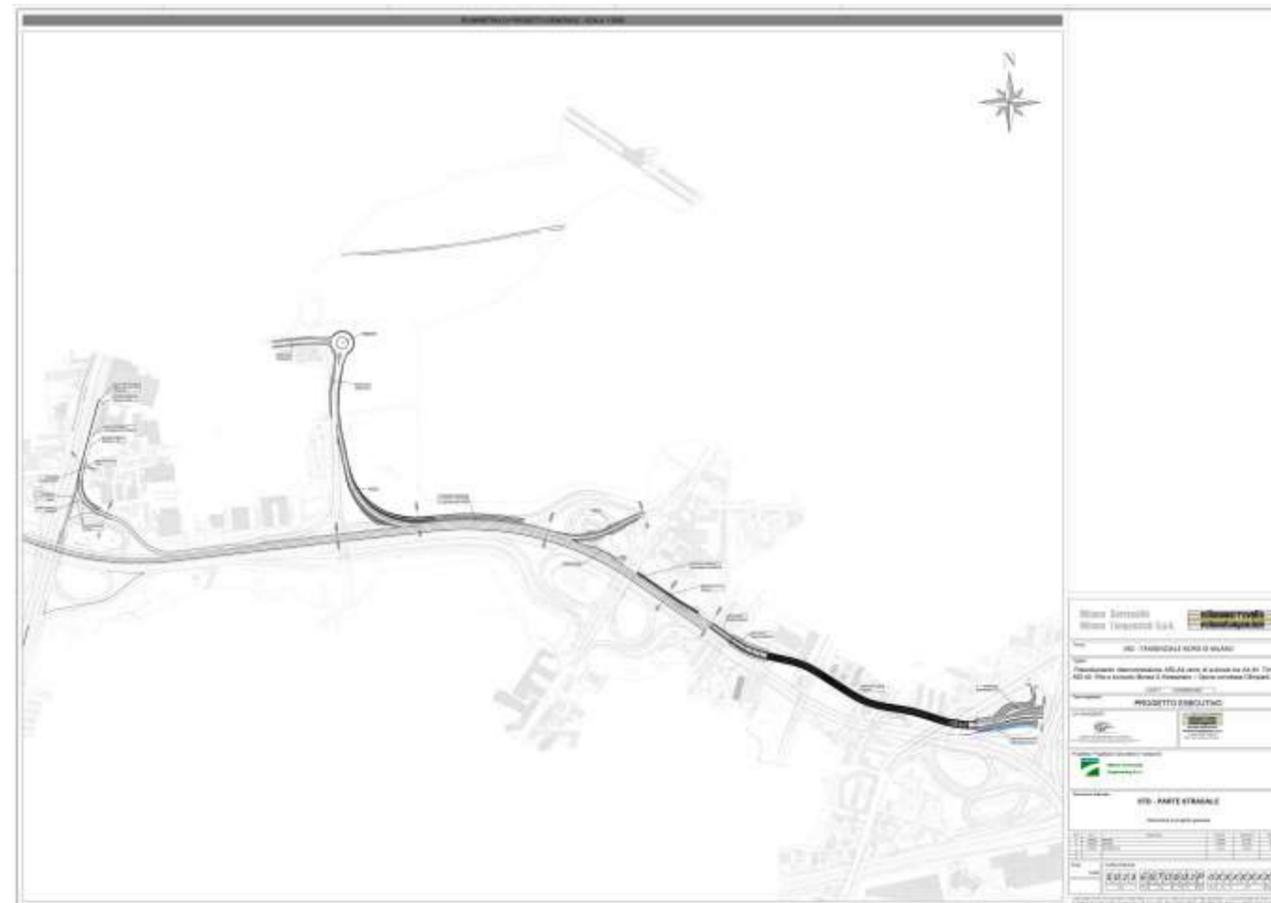


Figura 42 – Schema funzionale di progetto oggetto di analisi

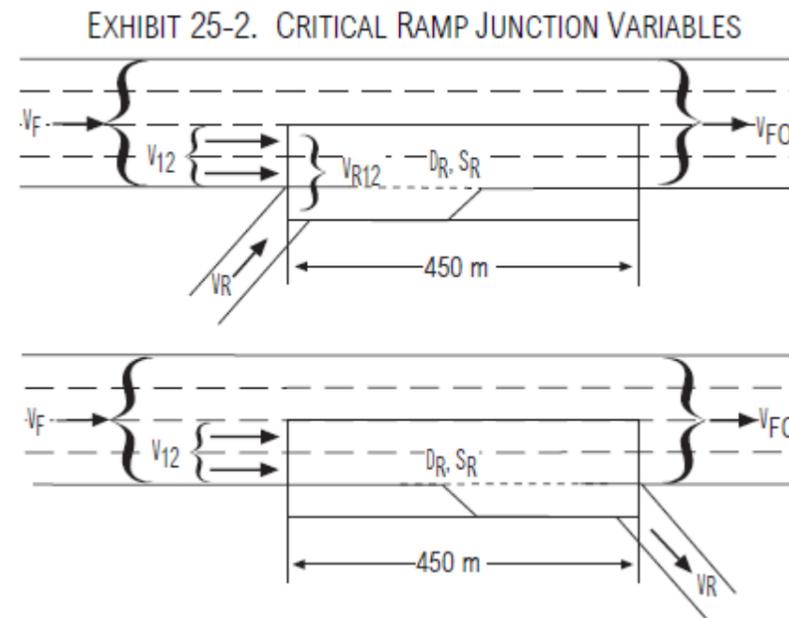
Di seguito si riportano il calcolo dei Livelli di Servizio (LOS) sulle principali rampe e sezioni stradali di progetto, effettuato secondo la metodologia HCM e i criteri indicati dalla Deliberazione Giunta regionale 27 settembre 2006 - n. 8/3219 - allegato 4: Analisi di traffico.

In particolare la stima del LOS degli elementi infrastrutturali che caratterizzano la viabilità autostradale sono stati effettuati attraverso l'applicazione della metodologia HCM, mentre gli elementi di rete di collegamento con la viabilità locale, essendo caratterizzate da intersezioni a rotatoria, l'analisi è stata effettuata mediante l'applicazione degli algoritmi di calcolo previsti dalla metodologia Cetur/Setra attraverso l'ausilio del software Girabase.

### 5.1 STIMA DEI LIVELLI DI SERVIZIO: METODOLOGIA HCM

In particolare, per il calcolo del Los delle rampe di immissione si è fatto riferimento all'allegato 25-1 dell'HCM dove viene illustrato il metodo per la stima del LOS e della capacità di una rampa.

Come mostrato nell'Allegato 25-2, l'approccio di base alla modellazione delle aree di unione e divergenza si concentra su un'area di influenza di 450 m compresa la corsia di accelerazione o decelerazione.



L'equazione 25-5 viene utilizzata per stimare la densità nell'area di convergenza

$$D_R = 3.402 + 0.00456v_R + 0.0048v_{12} - 0.01278L_A \quad (25-5)$$

Dove:

- $D_R$ : Densità dell'area di influenza della convergenza (pc / km / ln),
- $V_R$ : Flusso di 15 minuti di picco sulla rampa (pc / h)
- $V_{12}$ : Flusso che entra nell'area di influenza della rampa (pc / h)
- $L_A$ : lunghezza della corsia di accelerazione (m).

I flussi devono essere convertiti in pc / h equivalenti usando l'equazione 25-1.

$$v_i = \frac{V_i}{PHF * f_{HV} * f_p} \quad (25-1)$$

Dove:

- $v_i$ : Flusso stimato sulla base del picco 15 min di ora (pc / h),
- $V_i$ : Flusso orario rilevato/stimato(veh/h),
- PHF: fattore dell'ora di punta
- $f_{HV}$ : fattore di regolazione per veicoli pesanti
- $f_p$ : fattore di aggiustamento per la tipologia di conducente

Il LOS viene stimata sulla base della densità veicolare secondo la seguente tabella:

EXHIBIT 25-4. LOS CRITERIA FOR MERGE AND DIVERGE AREAS

LOS	Density (pc/km/ln)
A	≤ 6
B	> 6-12
C	> 12-17
D	> 17-22
E	> 22
F	Demand exceeds capacity

Di seguito si riporta la stima dei LOS considerando le seguenti rampe di immissioni:

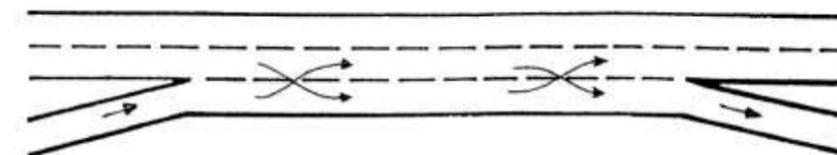
Per quanto concerne l'analisi del livello di servizio delle zone di scambio tra la Pista E proveniente dall'A4 e la Pista D2 proveniente dalla SS671 da E, verrà di seguito effettuata in accordo con quanto previsto dal D.g.r. 27 settembre 2006 – nr.8/3219 - BURL nr.44 del 31 ottobre 2006 – Elementi tecnici puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l'ammodernamento ed il potenziamento dei tronchi viari esistenti.

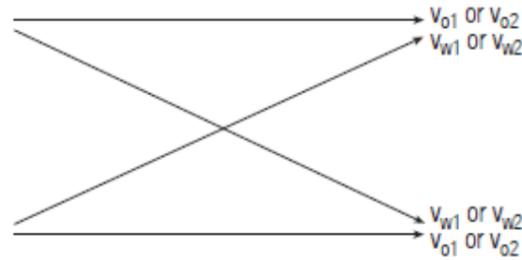
Secondo la normativa regionale, si definisce scambio su una carreggiata stradale l'attraversamento reciproco, lungo una significativa lunghezza della carreggiata, di due correnti di traffico che procedono nella stessa direzione.

La zona di scambio è formata dal tratto di carreggiata in cui è stato eseguito l'allargamento. Essa è percorsa dall'insieme dei flussi di immissione e di uscita (flussi di scambio) e di quello lungo la carreggiata corrente che non è interessato alle manovre di immissione e di uscita (flusso non di scambio).

Il metodo di progetto delle zone di scambio è quello proposto dall'Highway Capacity Manual: si tratta di un metodo di verifica che, assegnate le caratteristiche geometriche della zona di scambio (lunghezza e numero di corsie a disposizione del flusso totale, di scambio e non di scambio), calcola il livello di servizio.

Il generale la geometria delle zone di scambio è tale che entrambi i flussi, di scambio e non di scambio, riescono a mantenere la stessa velocità media. Nel caso in cui la larghezza di carreggiata a disposizione del flusso di scambio risultasse insufficiente, la velocità di quest'ultimo potrebbe risultare alquanto inferiore a quella del flusso non di scambio: in questo caso si dice che il funzionamento della zona di scambio è vincolato.





Il punto di partenza del calcolo del livello di servizio di una zona di scambio è il calcolo della velocità media dei due flussi, di scambio e non di scambio, mediante la relazione:

$$v_i = 24 + \frac{v - 16}{1 + w}$$

dove:

- $v_i$  = velocità del flusso di scambio;
- $v$  = velocità di circolazione libera;
- $w$  = fattore di intensità di scambio.

Il fattore  $w$  viene calcolato mediante la seguente relazione:

$$w = \frac{a(1+V)^b (f/N)^c}{(L/0.3)^d}$$

dove:

- $V$  = rapporto tra flusso scambio e flusso totale;
- $N$  = numero complessivo corsie zona di scambio;
- $L$  = lunghezza in metri della zona di scambio.

I coefficienti  $a, b, c, d$  sono forniti in base al tipo di funzionamento della zona di scambio: vincolato o non vincolato.

Funzionamento della zona di scambio	Coefficienti in $v_s$				Coefficienti in $v_{ms}$			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Non vincolato	0.226	2.20	1.00	0.90	0.020	4.00	1.30	1.00
Vincolato	0.280	2.20	1.00	0.90	0.020	4.00	0.88	0.60

Il numero di corsie necessario per un funzionamento non vincolato è dato dalla relazione:

$$N_s = \frac{2.19 \cdot N \cdot V^{0.571} (L/30)^{0.234}}{(v_s/1.6)^{0.438}}$$

Se risulta  $N_s > 1,4$  il funzionamento è vincolato.

Il calcolo ha inizio assumendo che il funzionamento sia non vincolato. Se dalla formula risulta  $N_s > 1,4$  si ripete il calcolo di  $v_s$  e  $v_{ms}$  introducendo i coefficienti relativi al funzionamento vincolato.

Si calcola infine la velocità media nello spazio  $v_m$  (Km/h) nella zona di scambio mediante la relazione:

$$v_m = \frac{f_s + f_{ms}}{\frac{f_s}{v_s} + \frac{f_{ms}}{v_{ms}}}$$

Relativamente alla soluzione progettuale, il calcolo dei LOS è stato effettuato assumendo i seguenti elementi infrastrutturali. Per brevità si riporta di seguito la figura della versione 1b che risulta essere quella caratterizzata dai migliori livelli di servizio per la zona di scambio.

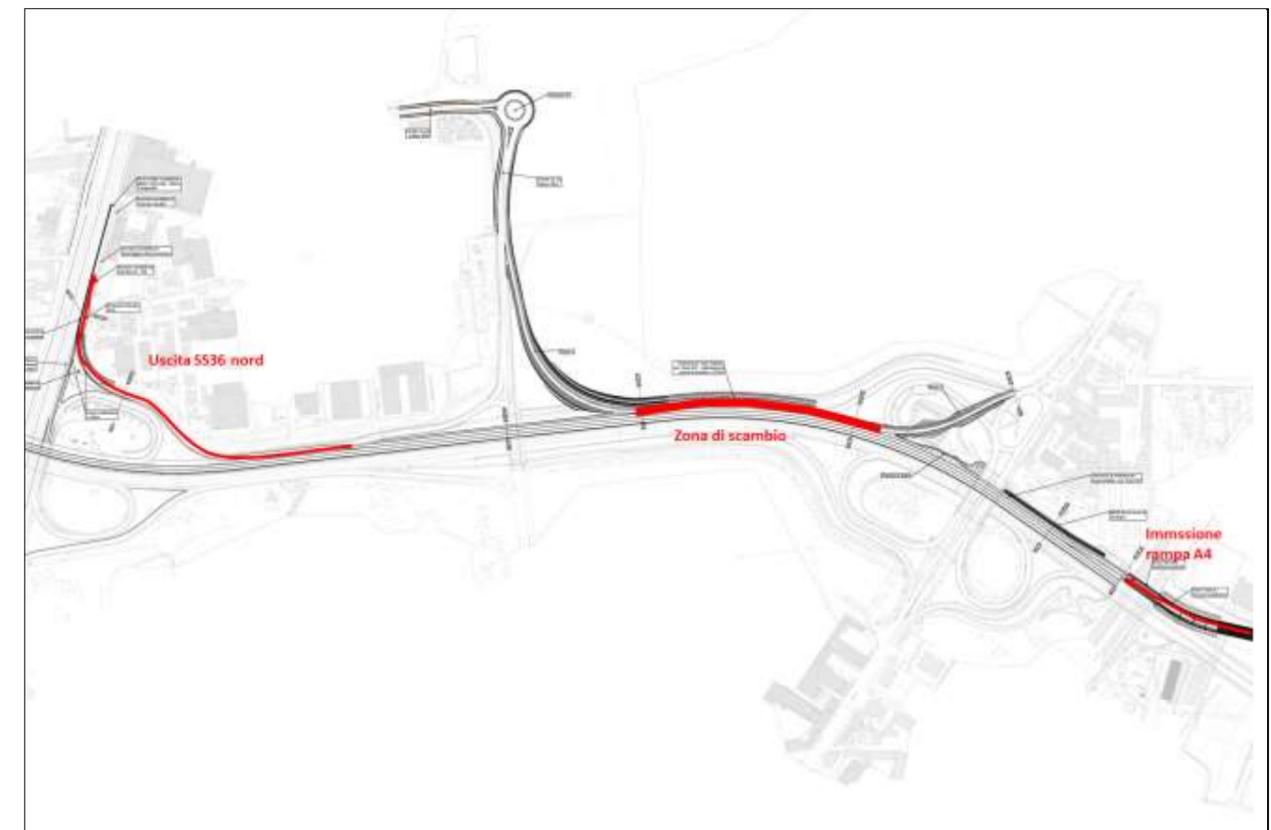


Figura 43 – Soluzione progettuale

5.1.1.1 *Stima LOS delle Rampe*

- USCITA SS36 nord:

USCITA SS36 nord		
	V <sub>12</sub>	V <sub>R</sub>
	FLUSSO A52	FLUSSO RAMPA USCITA
VHP	3019	826
N	3	1
phf	0.9	0.9
fhv	0.92	0.94
Pt	9%	7%
Et	2	2
fp	1	1
Vi	1216	979

V <sub>1,2</sub>	1216
L <sub>A</sub>	250
V <sub>R</sub>	979
D <sub>R</sub>	11
<b>Los</b>	C

- Immissione rampa A4:

Immissione Rampa A4		
	V <sub>12</sub>	V <sub>R</sub>
	FLUSSO A52	FLUSSO RAMPA A4
VHP	3199	752
N	2	1
phf	0.9	0.9
fhv	0.94	0.90
Pt	6%	11%
Et	2	2
fp	1	1
Vi	1882	926

V <sub>1,2</sub>	1882
L <sub>A</sub>	200
V <sub>R</sub>	926
D <sub>R</sub>	14
<b>Los</b>	C

5.1.1.2 *Stima LOS della ZONA DI SCAMBIO*

I dati di input sono i seguenti:

Lunghezza zona di scambio: 270 m.

di seguito si riportano i flussi veicolari omogeneizzati:

flusso totale	f	4892	veic/h
flusso zona di scambio	fs	1987	veic/h
flusso non scambio	fns	2905	veic/h

Poichè  $N_s = 1.906 > 1.4$ , il funzionamento è VINCOLATO

Il calcolo velocità media Vm (km/h) nella zona di scambio è di seguito riportato:

**FUNZIONAMENTO VINCOLATO**

Ripetere il calcolo di vs e vns con i valori del funzionamento vincolato

v 96 km/h velocità di circolazione libera nel tratto di carreggiata che attraversa la zona di scambio

vs	54.89	km/h
ws	1.590	

vns	66.18	km/h
wns	0.897	

Funzionamento zona di scambio	coefficienti vs				coefficienti vns			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Non vincolato	0.226	2.2	1	0.9	0.02	4	1.3	1
Vincolato	0.28	2.2	1	0.9	0.02	4	0.88	0.6

V	0.406	rapporto fra il flusso di scambio fs e il flusso totale f nella zona di scambio
N	4	numero complessivo di corsie della zona di scambio
L	270	lunghezza in metri della zona di scambio

flusso totale	f	4892	veic/h
flusso zona di scambio	fs	1987	veic/h
flusso non scambio	fns	2905	veic/h

Calcolo velocità media nello spazio  $v_m$  (km/h) nella zona di scambio

$$v_m = \frac{\frac{f_s + f_{ns}}{v_s + v_{ns}}}{\frac{f_s}{v_s} + \frac{f_{ns}}{v_{ns}}}$$

$v_m$	61.08	km/h
-------	-------	------

Calcolo la densità veicolare  $D$  in auto/km per corsia

$$D = \frac{f / N}{v_m}$$

$D$	20.02
-----	-------

LOS	<b>D</b>
-----	----------

La velocità della zona di scambio e la relativa densità veicolare prefigurano un LOS pari a D.

## 5.2 VERIFICA DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

La verifica delle intersezioni a rotatoria di progetto, di raccordo tra la viabilità autostradale e la viabilità locale, sono state effettuate in accordo con quanto previsto dalla D.G.R. 27 settembre 2006 – n. 8/3219 – Allegato 4, mediante la metodologia francese proposta dal CETUR / SETRA.

L'analisi verrà effettuata utilizzando modelli di regressione calibrati con dati raccolti in sito e che usano le proprietà geometriche delle rotatorie come variabili indipendenti.

I principali metodi empirici presenti in letteratura sono: Kimber, FHWA, Brilon-Bondzio, svizzero, e francese.

Nel presente studio la verifica delle intersezioni a rotatoria verrà effettuata mediante l'utilizzo del metodo francese CERTU / SETRA attraverso gli algoritmi di calcolo proposti dal software Girabase.

Girabase è il nome di un software commerciale usato in Francia per determinare la capacità di una rotatoria. È stato sviluppato dal CETE de l'Ouest di Nantes ed accettato dal CERTU e dal SETRA.

La formula è stata sviluppata con tecniche di regressione utilizzando dati di traffico raccolti su rotatorie in esercizio in condizioni di saturazione. Lo studio comprende il conteggio di 63.000 veicoli durante 507 periodi saturi (dai 5 ai 10 minuti) in 45 rotatorie.

La procedura può essere utilizzata per tutte le rotatorie con un numero di bracci variabile da 3 a 8 e con 1, 2 o 3 corsie all'anello e agli ingressi.

La figura seguente riporta le grandezze geometriche considerate mentre la tabella successiva riporta i campi di variabilità di queste grandezze.

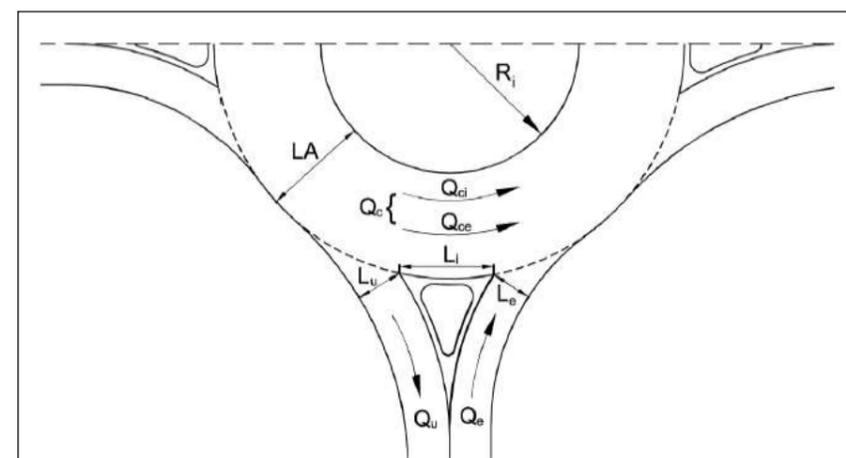


Figura 44 – Flussi e grandezze geometriche del metodo Girabase

Parametro	Descrizione	Campo di variabilità
Le	larghezza entrata	3 ÷ 11 m
Li	Larghezza isola spartitraffico	0 ÷ 70 m
Lu	larghezza uscita	3,5 ÷ 10,5 m
LA	larghezza anello	4,5 ÷ 17,5 m
Ri	raggio isola centrale	3,5 ÷ 87,5 m

Tabella 09 - Campi di variabilità degli elementi geometrici nella procedura di calcolo Girabase

ROTATORIA	geometria [m]
Raggio Interno:	11.00
Larghezza banda sormontabile:	0.50
Larghezza anello:	8.50
Raggio esterno della rotatoria:	20

Tabella 10 – Rotatoria 1 – geometria rotatoria

### 5.2.1 VERIFICA DELLA ROTATORIA DI PROGETTO

L'immagine seguente identifica le rotatorie di progetto oggetto di analisi.



Figura 45 – Identificazione sezioni rotatoria via Edison

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche geometriche considerate per la verifica della rotatoria: rispetto alla versione precedente il diametro della rotatoria è stato ridotto di 10 metri portandolo da 50 metri a 40 metri.

Nome	Angolo [gradi]	Rampa >3%	Svolta dx	Larghezza [m]			
				Ingresso		Isola Spartitraffico	Uscita
				a 4 m	a 15 m		
1 - VIA EDISON OVEST	0	-		4.00		5.00	4.50
2 - VIA EDISON SUD	85	-		7.50		5.90	4.50

Tabella 11 – Rotatoria 1 – geometria innesti

La tabella successiva riporta la matrice OD rilevata sull'intersezione per lo scenario di progetto nell'ora di punta serale.

	1 - VIA EDISON OVEST	2 - VIA EDISON SUD	
1 - VIA EDISON OVEST	0	195	<b>195</b>
2 - VIA EDISON SUD	763	588	<b>1351</b>
	763	783	

Tabella 12 – Rotatoria 1 – matrice dei flussi

La tabella successiva riporta la sintesi dei risultati delle verifiche ottenuti applicando gli algoritmi di calcolo proposti dal metodo Girabase.

RAMO	Riserva di capacità		Lunghezza dell' accodamento		Tempi di attesa
	veic/ora	%	media	massima	media
1 - VIA EDISON OVEST	997	84%	0 veic	2 veic	2 sec
2 - VIA EDISON SUD	2246	62%	0 veic	2 veic	0 sec

Tabella 13 – Rotatoria 1 – risultati verifiche

La rotatoria presenta una capacità positiva su tutti i rami di accesso con valori di capacità residua maggiori del 60%; i valori del perditempo medio veicolare risultano inferiori a 10 secondi. Il LOS complessivo per questa intersezione è pari ad A.

### 5.2.2 SINTESI DEI RISULTATI

La verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano le diverse soluzioni progettuali hanno permesso di evidenziare i seguenti aspetti:

- Le rotatorie di connessione tra la viabilità principale e la viabilità locale di adduzione presentano valori di Los pari ad A con margini di capacità residua maggior del 60% sul ramo maggiore penalizzato.
- La verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio della Soluzione Progettuale rileva valori dei LOS compresi tra C e D. In particolare la zona di scambio analizzata è caratterizzata da una densità veicolare che prefigurano un LOS pari a D.

Alla luce di queste risultanze si è optato di effettuare un ulteriore approfondimento sulle rampe e sulle zone di scambio mediante l'utilizzo di un modello di microsimulazione dinamica in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa in materia di progettazione stradale.

## 6 ANALISI MICROMODELLISTICHE

### 6.1 PREMESSA

Nell'ambito dei progetti di potenziamento del sistema infrastrutturale in previsione nell'area oggetto di analisi, sono emersi alcuni elementi che hanno richiesto da parte degli enti preposti un approfondimento degli scenari di analisi.

Nella fattispecie ASPI ha completato nel 2020 il progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) dello svincolo di Sesto San Giovanni e successivamente richiesto al Ministero della Transizione Ecologica (MITE) la verifica di assoggettabilità a VIA, conclusasi con decreto di esclusione da VIA nel giugno 2021. Il medesimo PFTE è stato sottoposto al Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili (MIMS) - D.G. Strade e Autostrade - Divisione 7, responsabile della procedura di Valutazione di Impatto sulla Sicurezza Stradale (VISS) ai sensi del d.lgs. 35/2011, per l'analisi dell'impatto sul livello di sicurezza della rete stradale del progetto in argomento.

Il progetto, come evidenziato da Regione Lombardia, è di prioritaria importanza, considerata la continuità e correlazione con i lavori della quarta corsia dinamica sull'A4 in fase di completamento e in prospettiva dell'evento olimpico invernale di Milano Cortina 2026, entro il quale è necessario completare l'opera potendo così risolvere - o perlomeno, attenuare - le criticità del nodo autostradale di interconnessione A4-SS36-A52.

Nell'ambito delle sopra citate attività di controllo, il MIMS ha promosso una riunione (tenutasi lo scorso 8 febbraio 2022) di coordinamento tra gli enti competenti sulle opere infrastrutturali di potenziamento dello svincolo autostradale dell'A4 di Sesto San Giovanni (PFTE, oggetto di procedura VISS), della quarta corsia dinamica dell'A4, dell'A52 Tangenziale nord di Milano con relativo potenziamento dello svincolo di Monza Sant'Alessandro, della SS36 e della viabilità locale di interconnessione tra la suddetta viabilità principale e le aree di sviluppo insediativo/commerciale e centro intermodale, con parcheggi di interscambio tra l'A4 e l'A52 con le linee metropolitane M1 e M5.

La criticità sollevata, in termini di sicurezza stradale, riguarda il solo tratto in cui si innesta sulla SS36 (strada con 3 corsie esistenti) la rampa in arrivo dal nuovo svincolo di Sesto San Giovanni a 2 corsie, assieme alla rampa di via Bettola a servizio della viabilità locale. Su tale sezione a 6 corsie, per circa 200 metri di lunghezza, vi è infatti una zona di scambio e intreccio di traiettorie-percorsi differenti con potenziali problematiche, per le quali il Controllore ha chiesto un supplemento di valutazione e individuazione di itinerari alternativi.

A seguito di specifici incontri preliminari svolti tra Regione Lombardia, Autostrade per l'Italia (ASPI), la Società di Ingegneria TECNE, Milano Serravalle-Milano Tangenziali (Serravalle) e aventi ad oggetto lo sviluppo e l'individuazione dei suddetti approfondimenti richiesti dal MIMS, sono scaturite valutazioni su possibili scenari che sono stati presentati ad ANAS ed ai Comuni interessati, al fine di individuare i prossimi passaggi da seguire, procedere con la valutazione delle osservazioni formulate, nonché con l'auspicata condivisione delle proposte alternative individuate.

Ciò premesso MilanoSerravalle e TECNE sulla base dei contenuti del PFTE e, a partire dalla prescrizione formulata in ambito di Controllo ai sensi del d.lgs. 35/2011, hanno condiviso gli strumenti informatici e analitici a supporto delle verifiche sull'assetto progettuale proposto. Le successive analisi micromodellistiche pertanto sono state sviluppate a partire dal modello di microsimulazione Aimsun sviluppato da Tecne ed integrato, per le parti di competenza, da Milanoserravalle.

### 6.2 MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

In coerenza con quanto previsto dalla normativa in materia di progettazione stradale (D.M. 19 aprile 2006), le valutazioni degli impatti sul traffico della soluzione progettuale introdotta, verrà effettuata utilizzando un modello di microsimulazione dinamica.

Nello specifico verrà utilizzato il pacchetto software o AIMSUN NEXT (ver. 22) della TSS (Transport Simulation Systems), che consente di riprodurre il comportamento di ogni veicolo che utilizza la rete di trasporto stradale con la propria origine e destinazione e le caratteristiche cinematiche proprie del tipo di veicolo. Il comportamento di ogni singolo veicolo viene simulato, istante per istante, sulla base di algoritmi decisionali di tipo comportamentale (noti con il nome di car following) che stabiliscono di volta in volta il cambio di corsia, regolano la distanza dal veicolo che precede, l'immissione nelle corsie di accelerazione e decelerazione, ecc. Ad ogni veicolo sono associate caratteristiche fisiche, geometriche, funzionali e comportamentali secondo valori medi, facendoli variare nei singoli casi intorno a tali valori medi, in modo da riprodurre le reali condizioni di non uniformità del parco veicolare e dei comportamenti dei conducenti.

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

Le verifiche micromodellistiche riportate nei paragrafi successivi sono state eseguite considerando l'ora di punta di del mattino e della sera. Di seguito si riportano le evidenze per l'ora di punta del venerdì sera in quanto maggiormente critica per tale configurazione.

Data la natura microscopica e stocastica di Aimsun, ogni simulazione assegna in modo casuale i valori dei vari parametri. Questa aleatorietà produce risultati differenti ad ogni simulazione, sebbene i dati di input siano i medesimi. Queste differenze simulano le variazioni di traffico che possono avvenire da un giorno all'altro su una rete reale. **In AIMSUN è possibile eseguire più simulazioni ed ottenere dei risultati numerici mediando i valori ottenuti ad ogni iterazione.**

In particolare, i risultati che possono essere raccolti da Aimsun sono:

- Flusso istantaneo;
- Massimo numero di veicoli;
- Numero medio di veicoli;
- Tempo medio di percorrenza;
- Massima velocità;
- Velocità media
- Accodamenti;
- Densità veicolare.
- Perditempo medio veicolare.

Inoltre, per ogni dato raccolto, è possibile ottenere le relative statistiche, quali:

- Media;
- Deviazione standard;

- Intervallo di confidenza;
- Valore massimo;
- Valore minimo;
- 25° percentile;
- 50° percentile;
- 75° percentile.

In particolare, le valutazioni sulle performance delle manovre di immissione e scambio per la carreggiata nord della SS36 verranno effettuate utilizzando: i seguenti indicatori:

- il ritardo medio veicolare espresso in secondi;
- la velocità media espressa in km/h.

L'immagine seguente riporta l'estensione del grafo di rete considerato all'interno del software di microsimulazione in coerenza con quanto sviluppato in accordo con Aspi/Tecne per le analisi trasportistiche evidenziate in premessa.



Figura 46 – grafo di rete in ambiente Aimsun

### 6.2.1 RISULTATI DEL MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati del modello di micro simulazione per i differenti scenari considerati, con particolare attenzione ai valori del **perditempo** e ai valori **degli accodamenti medi e massimi** sulle principali zone di immissione / emissione delle tratte omogenee su cui la presente proposta progettuale produce significative modifiche all'attuale schema in essere.

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

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

L'immagine seguente identifica l'assetto infrastrutturale di rete che caratterizza questa soluzione progettuale.

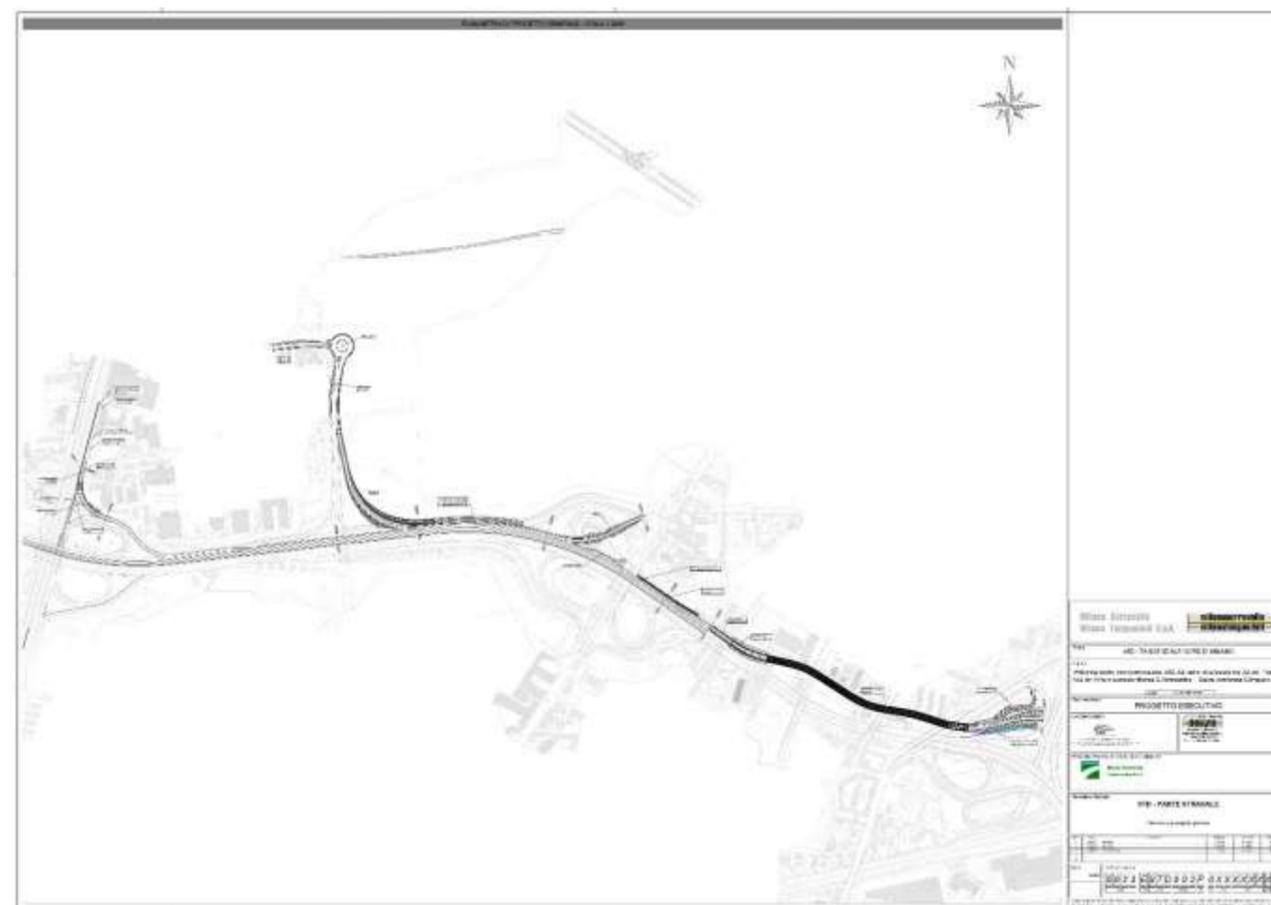


Figura 47 – Soluzione progettuale

I parametri prestazionali descrittivi del funzionamento di questa soluzione sono stati rilevati sui seguenti elementi infrastrutturali:

- Rampa A: rampa di connessione tra l’A52 da est verso la SS36 direzione nord;
- Rampa B: rampa di connessione tra la SS36 da sud, verso l’A52 direzione ovest;
- Rampa C: rampa di connessione tra la via Borgazzi nord e l’A52 direzione ovest;
- Scambio 1: zona di scambio tra i flussi provenienti dall’A52 da est e l’immissione della rampa di progetto proveniente dal casello dell’A4;
- Scambio 2: zona di scambio tra i flussi provenienti dalla rampa C e i flussi in uscita verso la nuova rampa di progetto su via Edison nel comune di Monza;
- Scambio 3: zona di scambio tra i flussi i flussi provenienti dall’A52 e l’uscita verso la rampa A.

approccio	Perditempo [sec]
Rampa A	8 sec
Rampa B	2 sec
Rampa C	2 sec

Tabella 14 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe – scenario progettuale

approccio	Perditempo [sec]
Scambio 1	1 sec
Scambio 2	3 sec
Scambio 3	4 sec

Tabella 15 – Stima del perditempo medio veicolare sulle zone di scambio– scenario progettuale

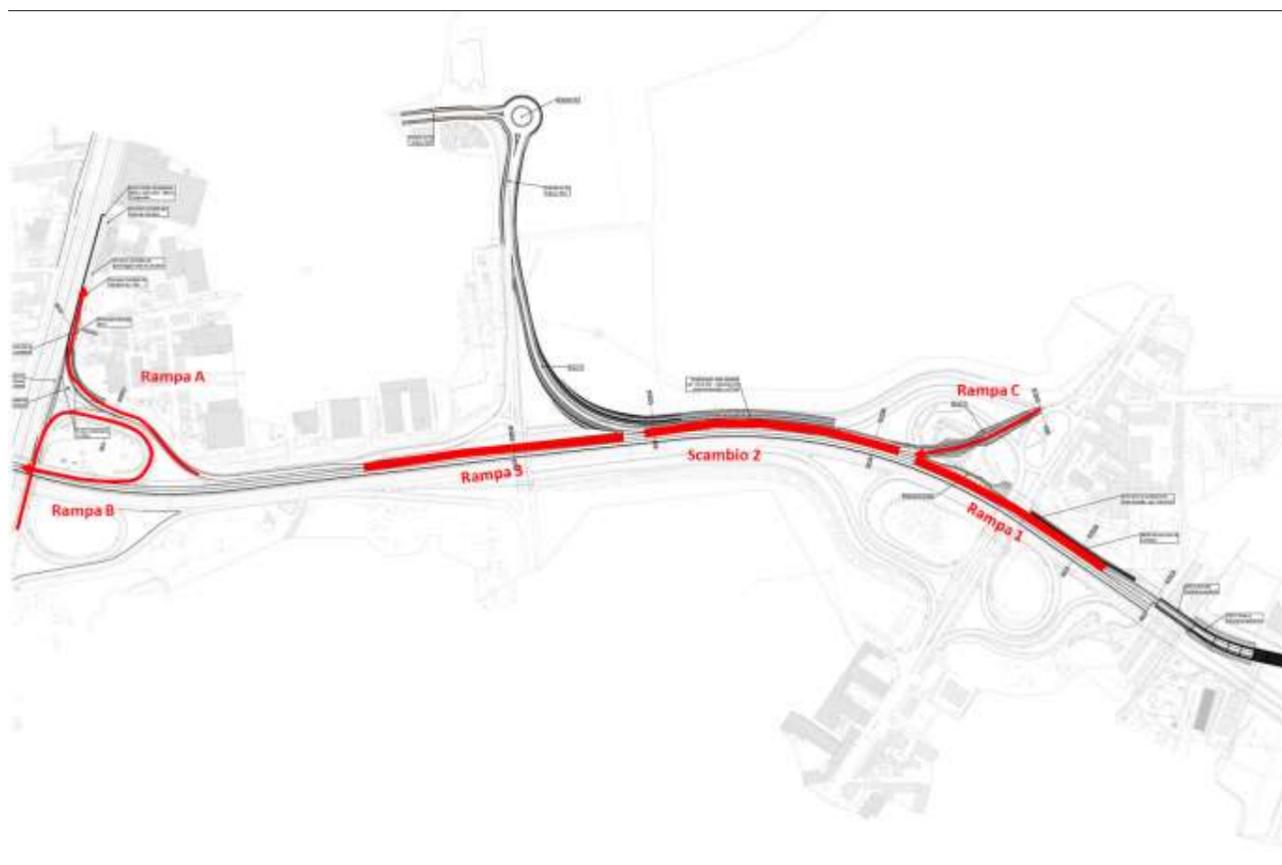


Figura 48 – Schema funzionale oggetto di analisi

Le tabelle seguenti sintetizzano il valore del perditempo medio rilevato per le rampe e le zone di scambio individuate nell’immagine precedente.

I grafici seguenti riportano invece gli accodamenti medi e massimi rilevati dal modello per singolo elemento infrastrutturale oggetto di analisi relativamente allo scenario progettuale.

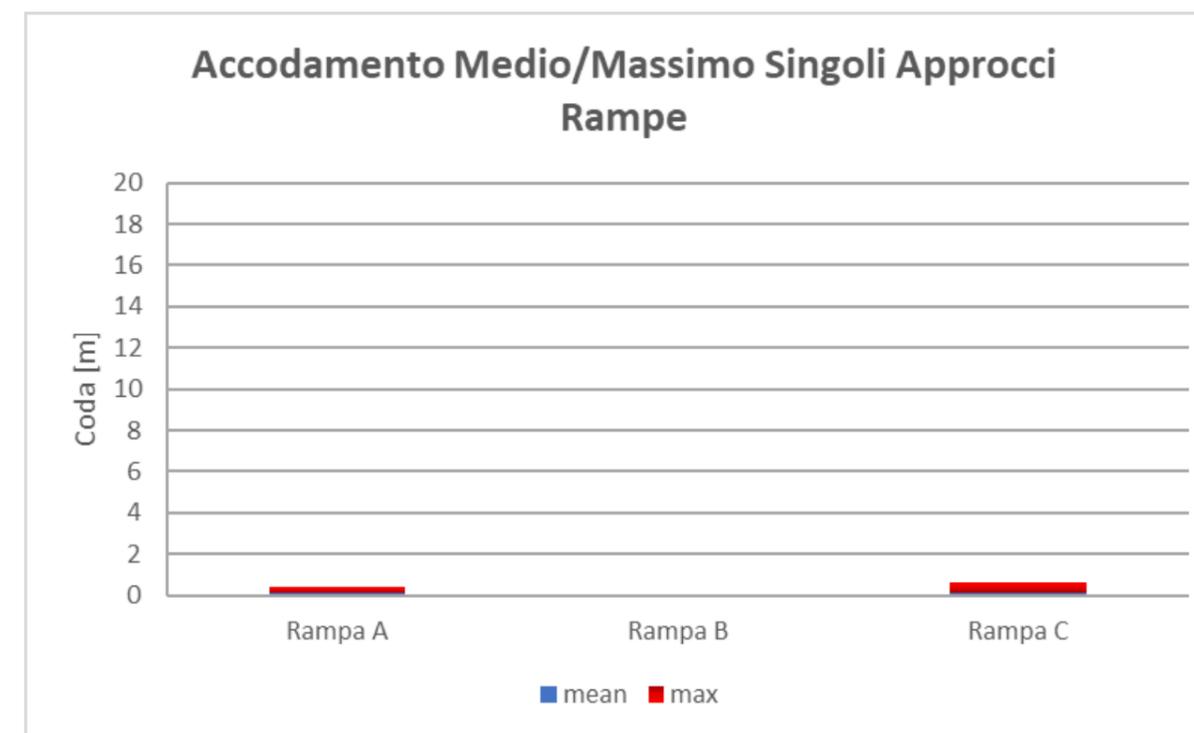


Grafico 07 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle zone di scambio– scenario progettuale

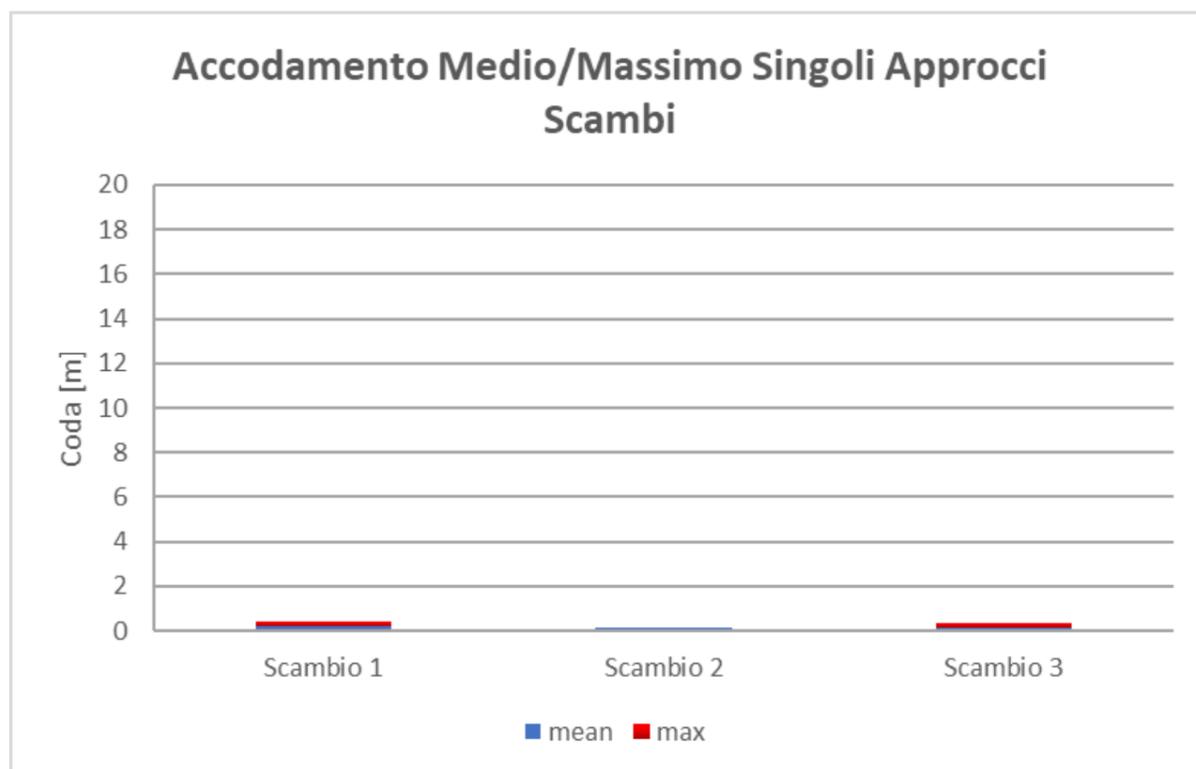


Grafico 08 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle zone di scambio– scenario progettuale

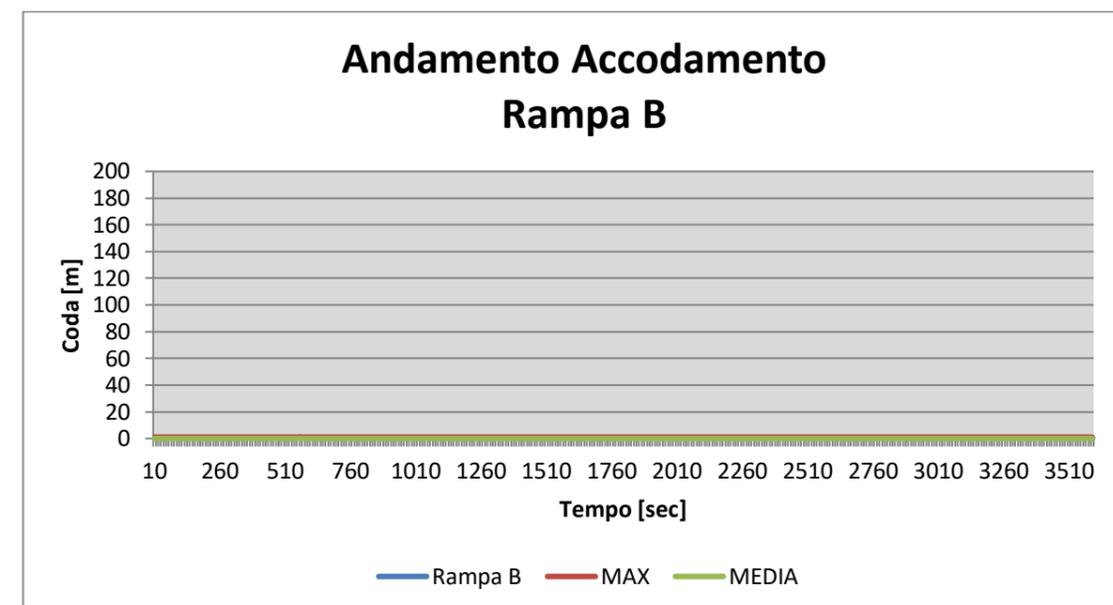


Grafico 10 – Andamento accodamento Rampa B – scenario progettuale

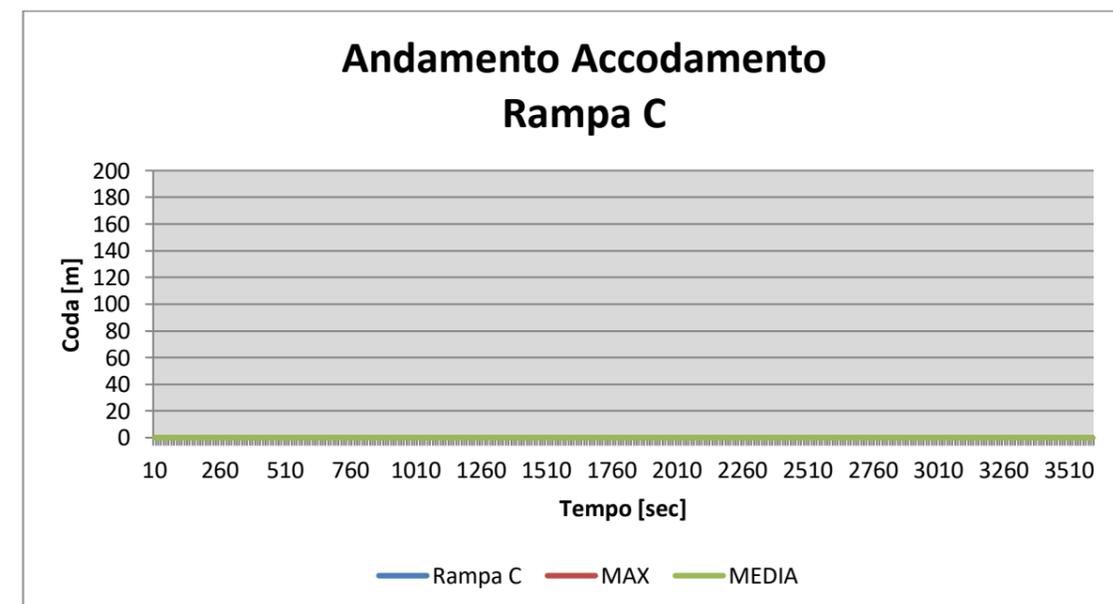


Grafico 11 – Andamento accodamento Rampa C – scenario progettuale

I grafici di seguito riportano invece l'andamento delle code rilevate per l'ora di punta considerata.

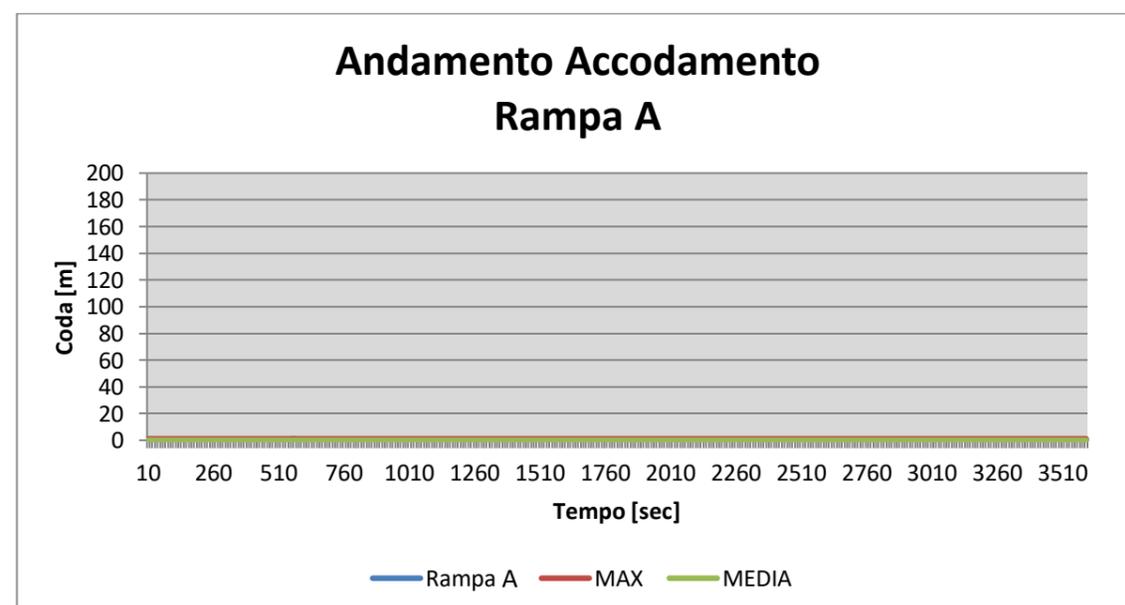


Grafico 09 – Andamento accodamento Rampa A – scenario progettuale

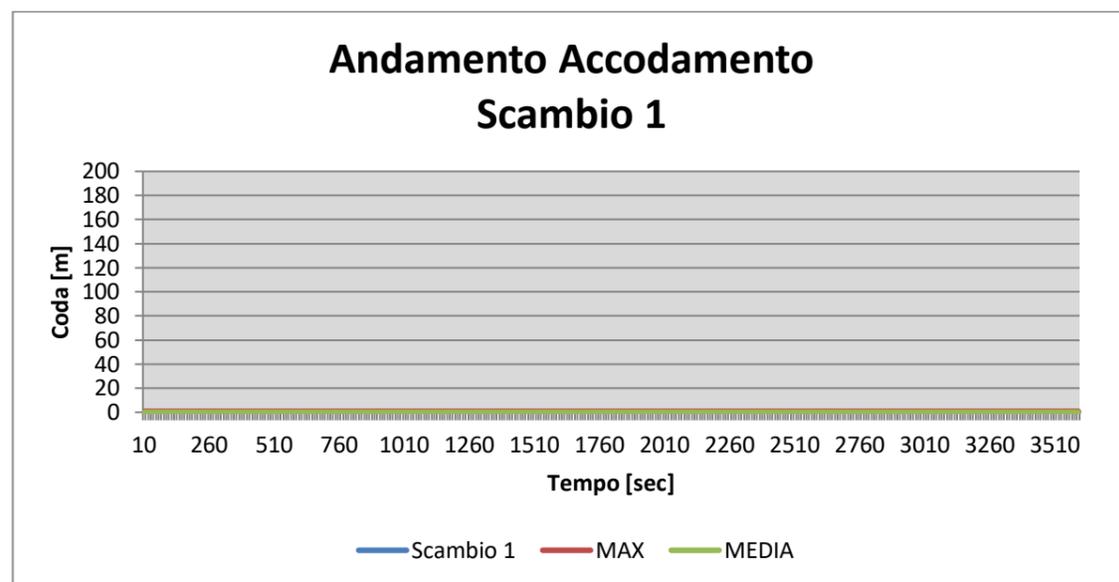


Grafico 12 – Andamento accodamento zona di scambio 1 – scenario progettuale

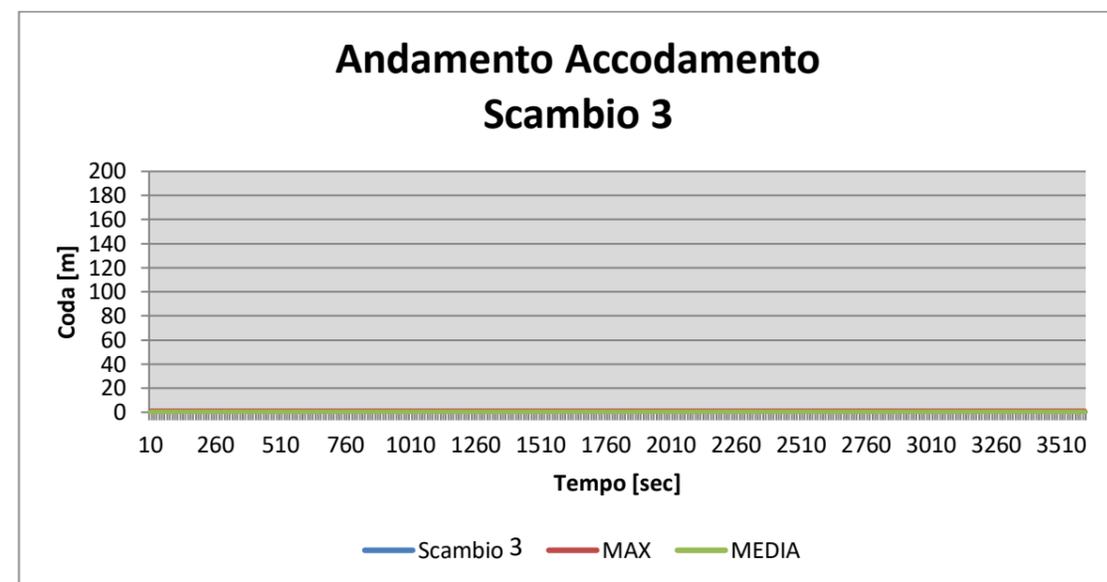


Grafico 14 – Andamento accodamento zona di scambio 3 – scenario progettuale

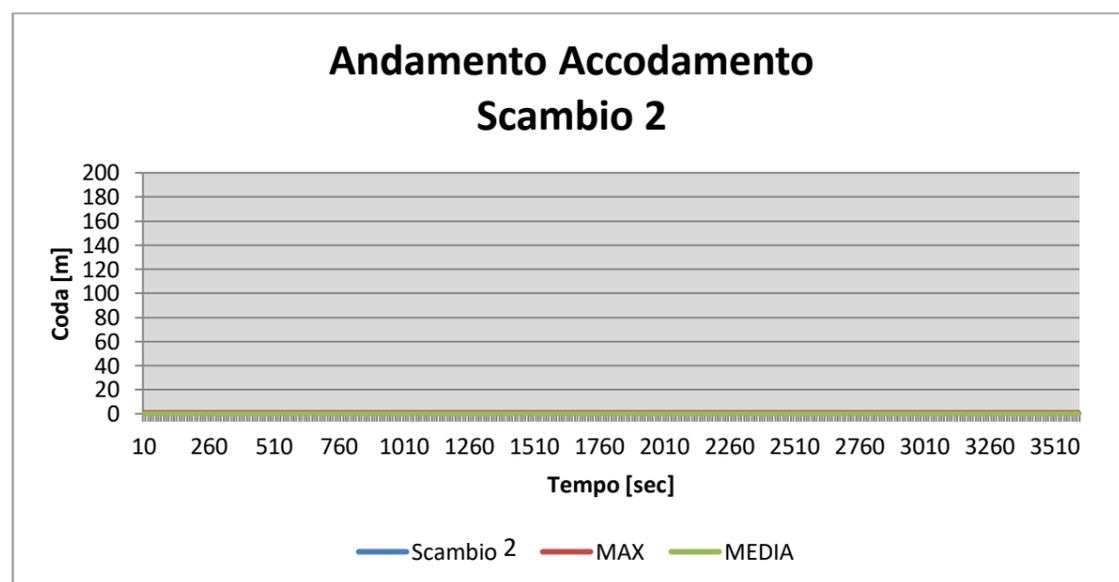


Grafico 13 – Andamento accodamento zona di scambio 2 – scenario progettuale

Le immagini seguenti riportano invece le istantanee del modello di simulazione catturate ad intervalli di 5 minuti per lo scenario progettuale.



Figura 49 – Soluzione progettuale – Istantanea ad inizio simulazione

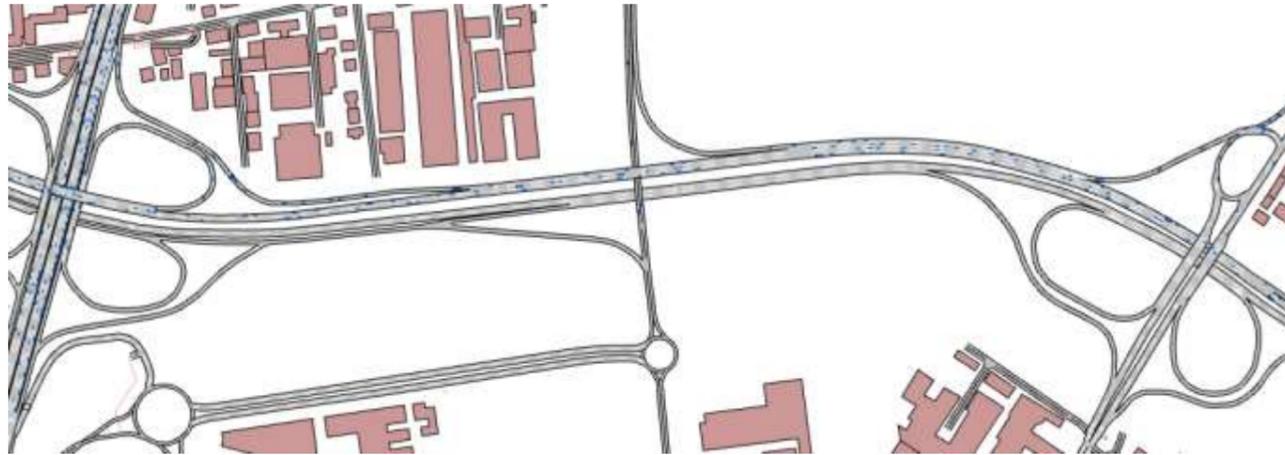


Figura 50 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 5 minuti di simulazione

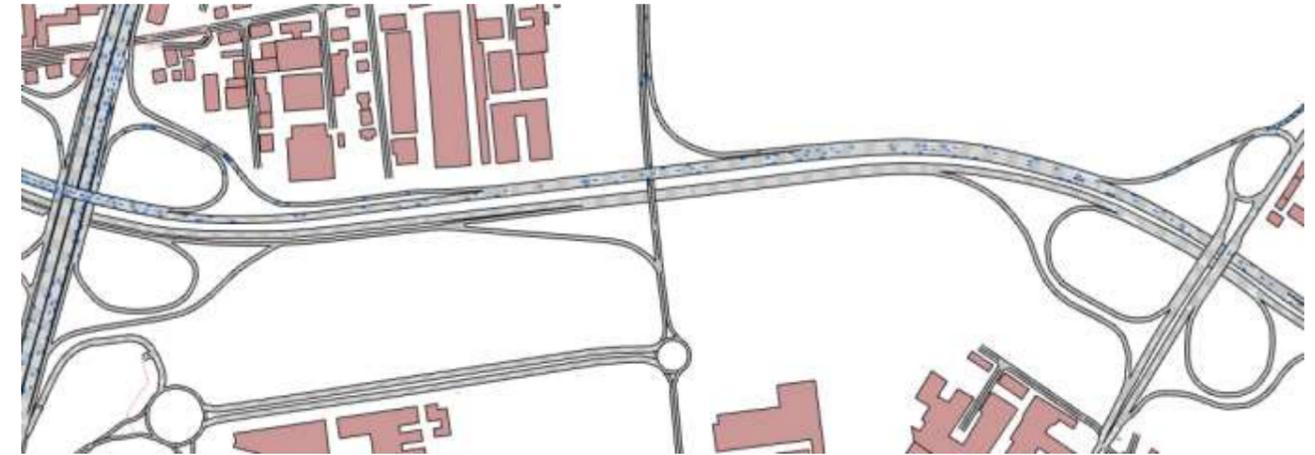


Figura 53 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione

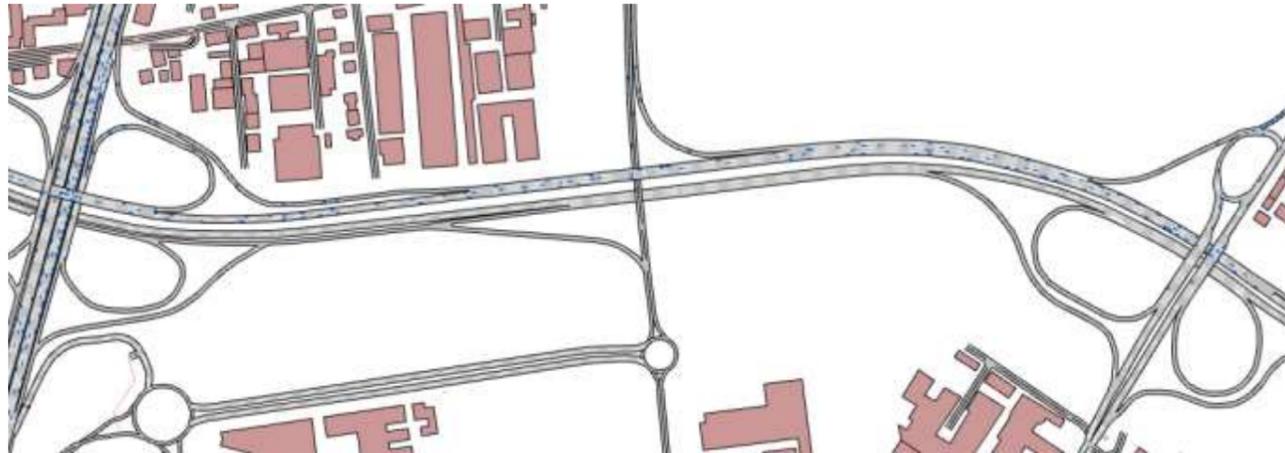


Figura 51 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione

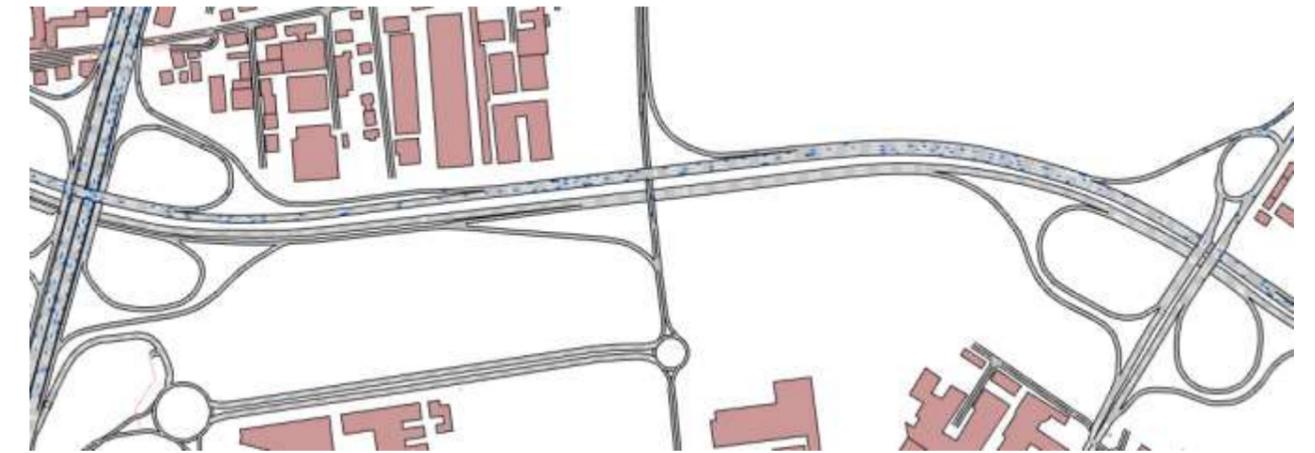


Figura 54 Soluzione progettuale – Istantanea dopo 25 minuti di simulazione

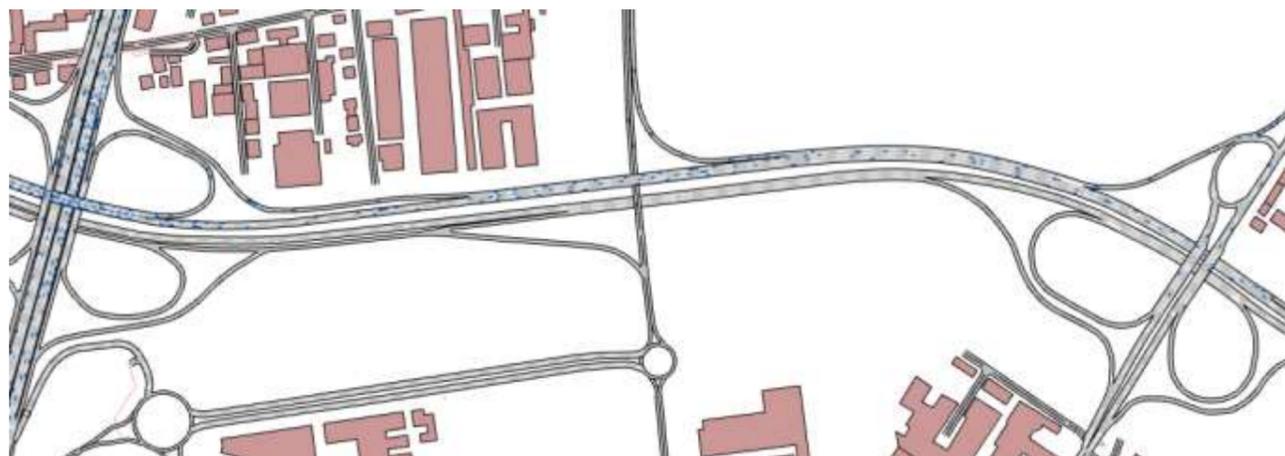


Figura 52 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 15 minuti di simulazione

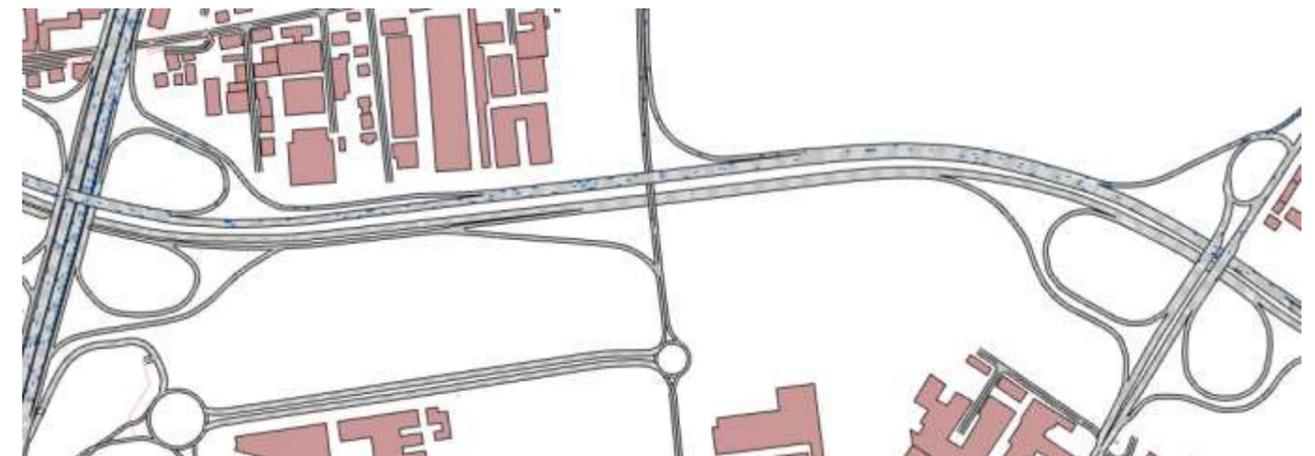


Figura 55 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione

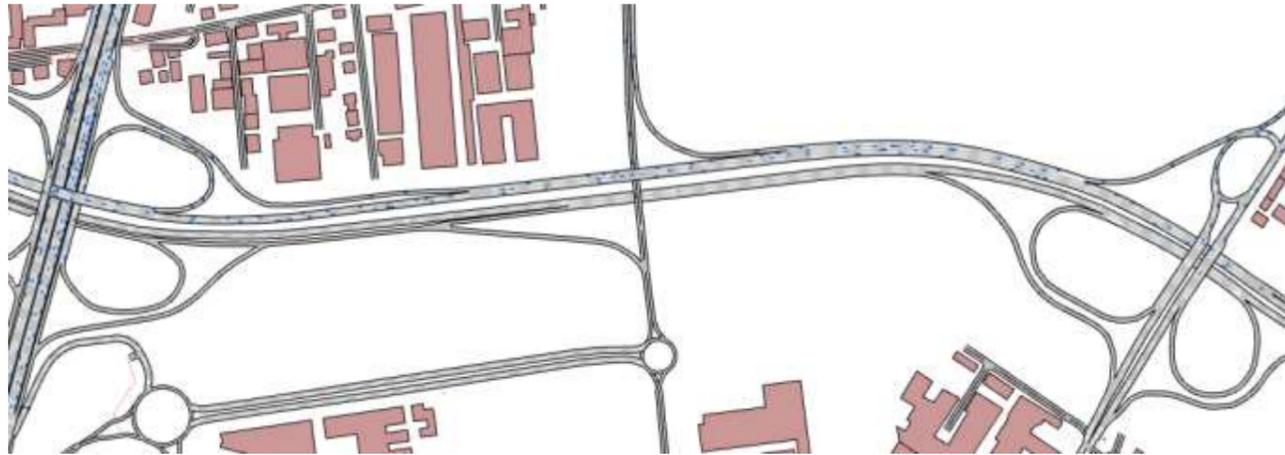


Figura 56 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 35 minuti di simulazione

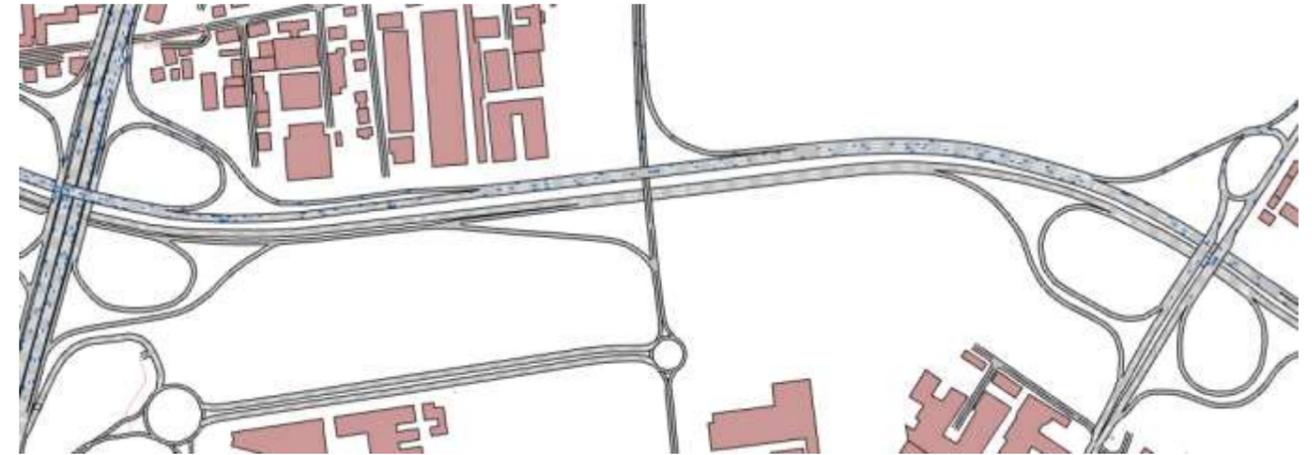


Figura 59 - Soluzione progettuale - Istantanea dopo 50 minuti di simulazione

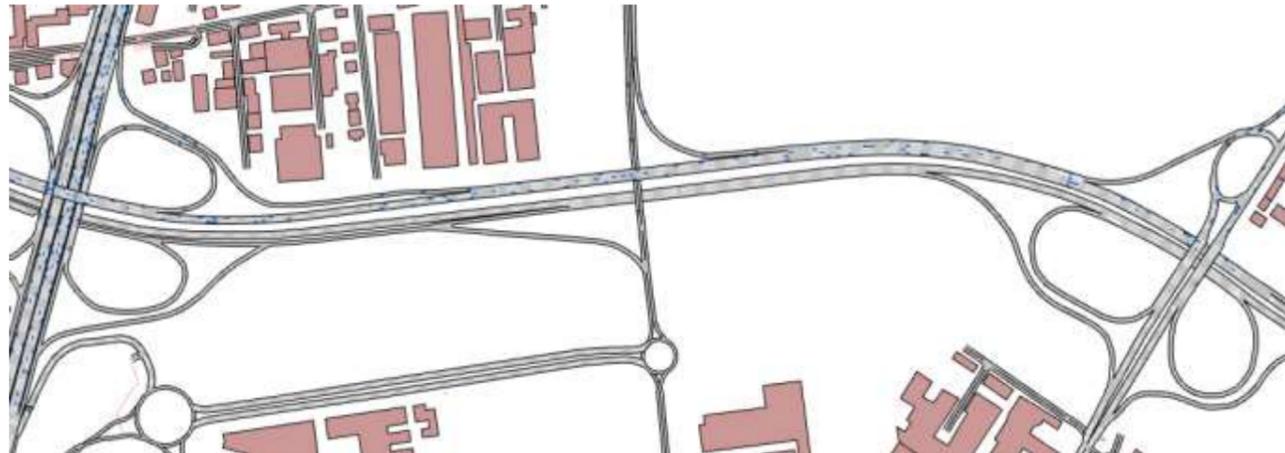


Figura 57 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione

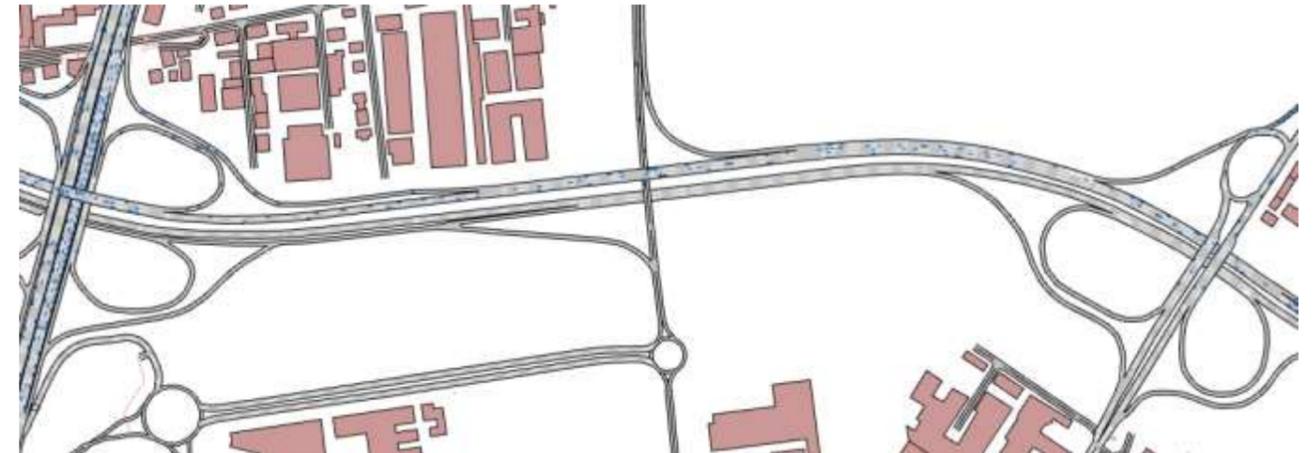


Figura 60 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 55 minuti di simulazione

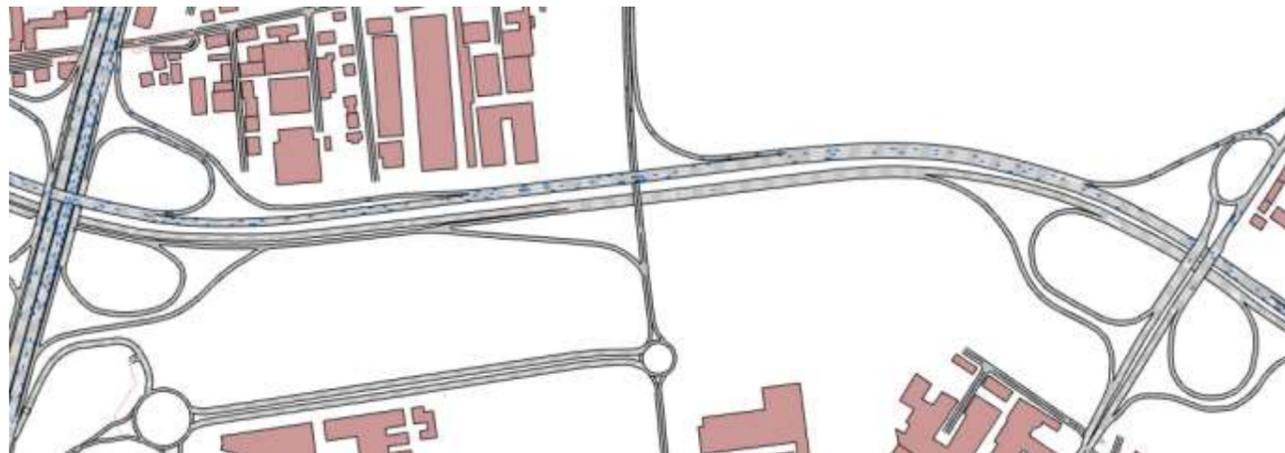


Figura 58 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 45 minuti di simulazione



Figura 61 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 60 minuti di simulazione

Dalle analisi si evince come questa soluzione progettuale risolve le attuali criticità rilevate sullo svincolo della A52/SS36, in particolare sulla manovra di immissione dall'A52 per i veicoli provenienti da est e diretti verso la SS36 in direzione nord: le verifiche effettuate relativamente allo **scenario di riferimento** evidenziano su questa rampa valori del perditempo medio veicolare pari a 305 secondi, mentre l'accodamento medio e massimo è riportato nei grafici seguenti.

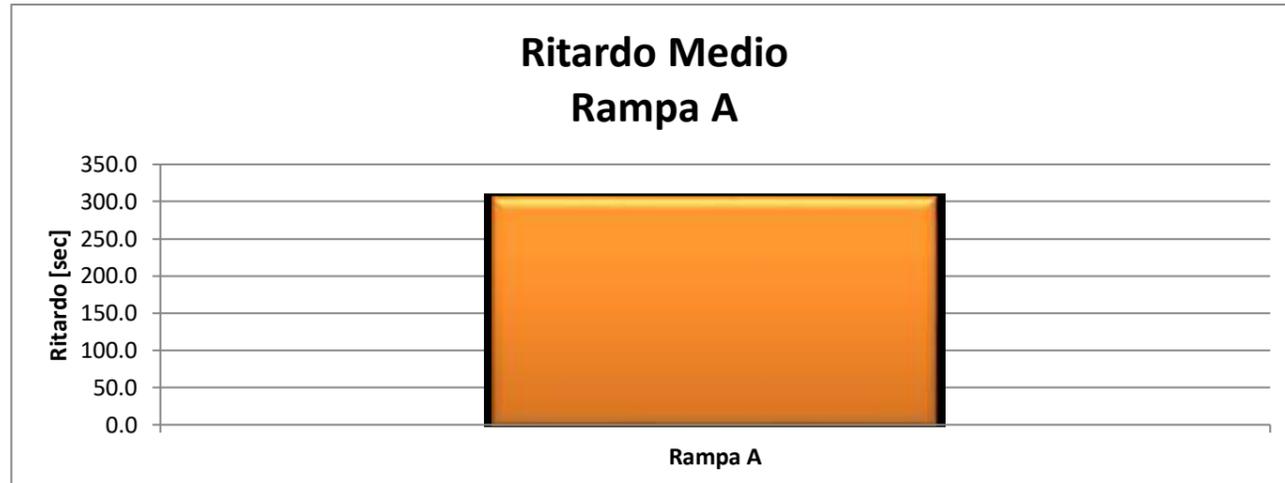


Grafico 15 – Perditempo medio veicolare Rampa A – scenario di riferimento

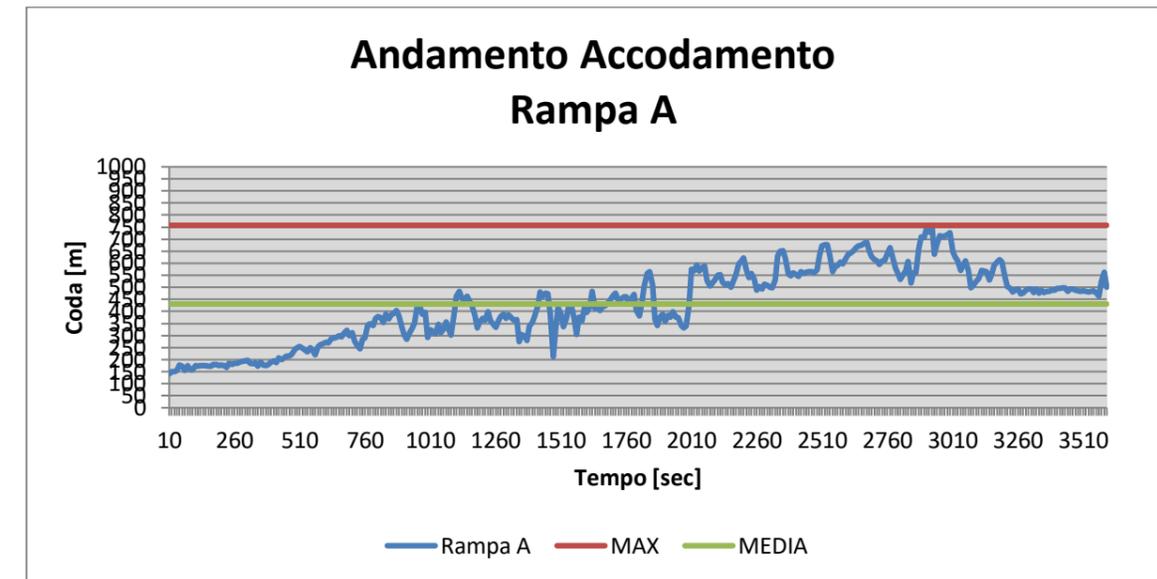


Grafico 17 - Andamento accodamento Rampa A– scenario di riferimento

Tali valori confrontati con i dati dello scenario di progetto evidenziano l'evidente risoluzione della criticità con la nuova configurazione infrastrutturale.

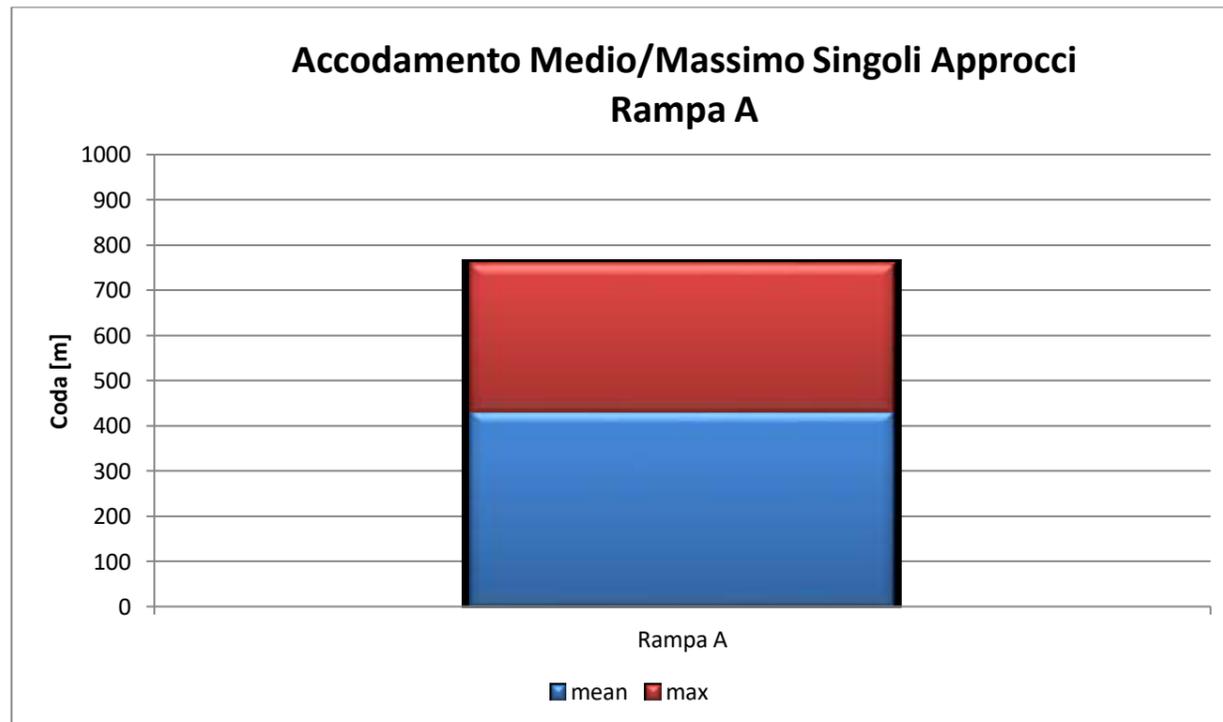


Grafico 16 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulla Rampa A– scenario di riferimento

### 6.2.2 VERIFICA FUNZIONAMENTO CASELLO A4

Di seguito si riportano i risultati del modello di simulazione per l'area di uscita dal casello A4: per meglio comprendere gli effetti che la soluzione progettuale produce sul regime di circolazione, l'analisi è stata estesa anche alla viabilità locale di raccordo con il sistema Autostradale.

La soluzione progettuale inoltre è stata confrontata con la soluzione di non intervento (scenario di riferimento), al fine di valutare i parametri prestazionali anche in termini comparativi.

Di seguito si riportano i parametri prestazionali descrittivi del funzionamento di questa soluzione sui seguenti elementi di rete:

- Immissione A4: rampa di connessione il casello A4 e l'A52 in direzione ovest;
- Immissione Viale Fermi: rampa di connessione l'asse stradale di Via Marconi nel comune di Monza e le rampe di connessione con l'A52 e l'A4 in direzione ovest.

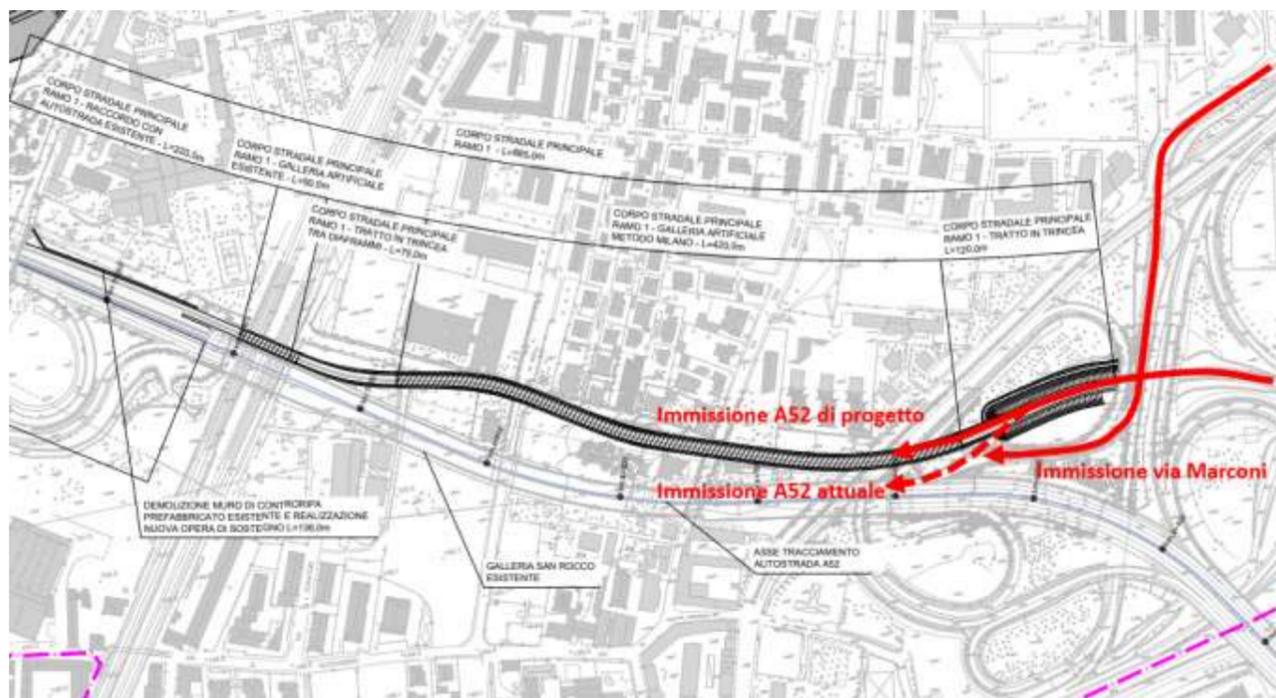


Figura 62 – Schema funzionale oggetto di analisi

Le tabelle seguenti sintetizzano il valore del perditempo medio rilevato per le rampe di immissione individuate nell'immagine precedente. L'analisi riporta i valori relativi allo scenario di riferimento (in assenza di progetto) e di intervento (considerando l'attuazione della presente proposta progettuale).

approccio	Perditempo [sec]
Immissione A4	245 sec
Immissione via Marconi	413 sec

Tabella 16 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe di immissione– scenario riferimento

approccio	Perditempo [sec]
Immissione A4	2 sec
Immissione via Marconi	13 sec

Tabella 17 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe di immissione – scenario progettuale

I grafici seguenti riportano invece gli accodamenti medi e massimi rilevati dal modello per i due scenari considerati.

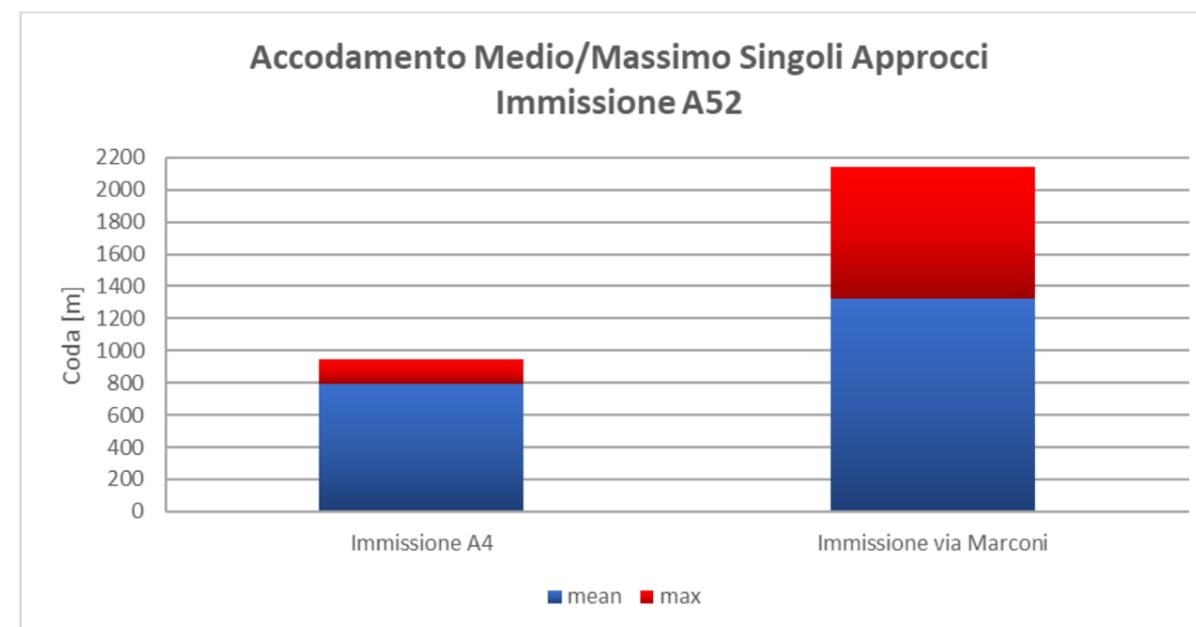


Grafico 18 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle rampe di immissione– scenario di riferimento

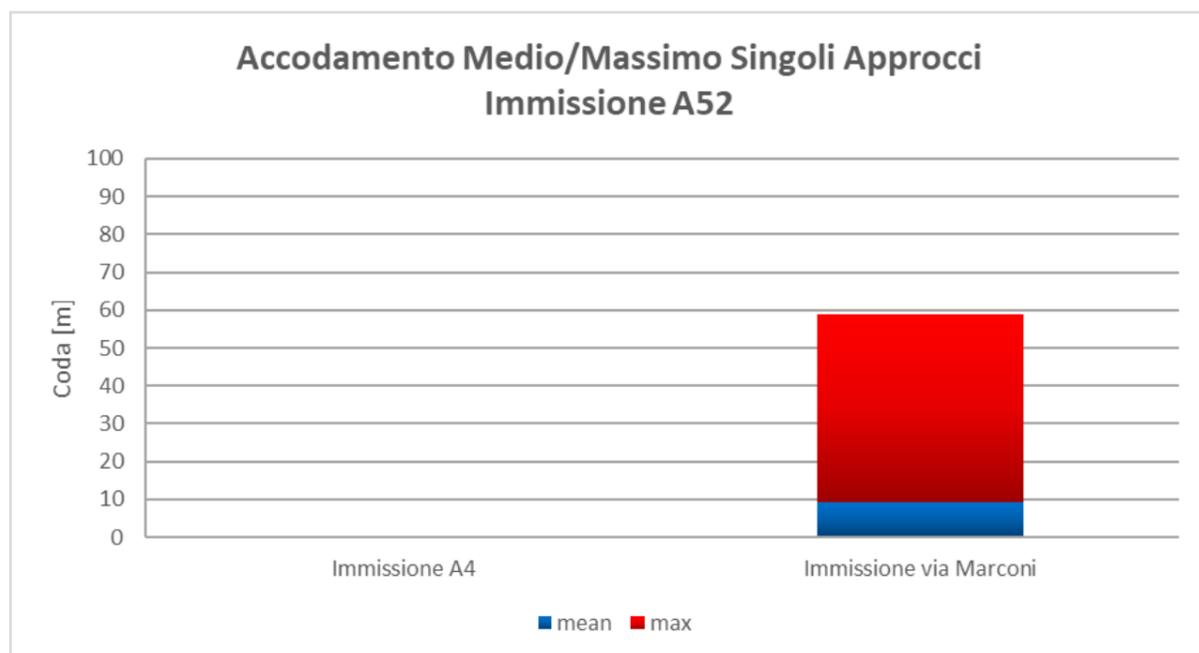


Grafico 19 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle rampe di immissione– scenario progettuale

Dall'analisi si evince come l'attuale assetto viabilistico non è in grado di supportare il traffico attuale e quello previsto all'interno dello scenario programmatico: la soluzione progettuale, oltre a migliorare sensibilmente il deflusso veicolare in uscita dal Casello dell'A4, produce evidenti benefici sulla viabilità locale di adduzione al sistema autostradale.

Le immagini seguenti riportano un rapido raffronto del regime di circolazione rilevato dal modello di microsimulazione nello scenario di riferimento e in quello progettuale.



Figura 63 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 15 minuti di simulazione



Figura 64 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 30 minuti di simulazione



Figura 65 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 45 minuti di simulazione



Figura 66 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 60 minuti di simulazione

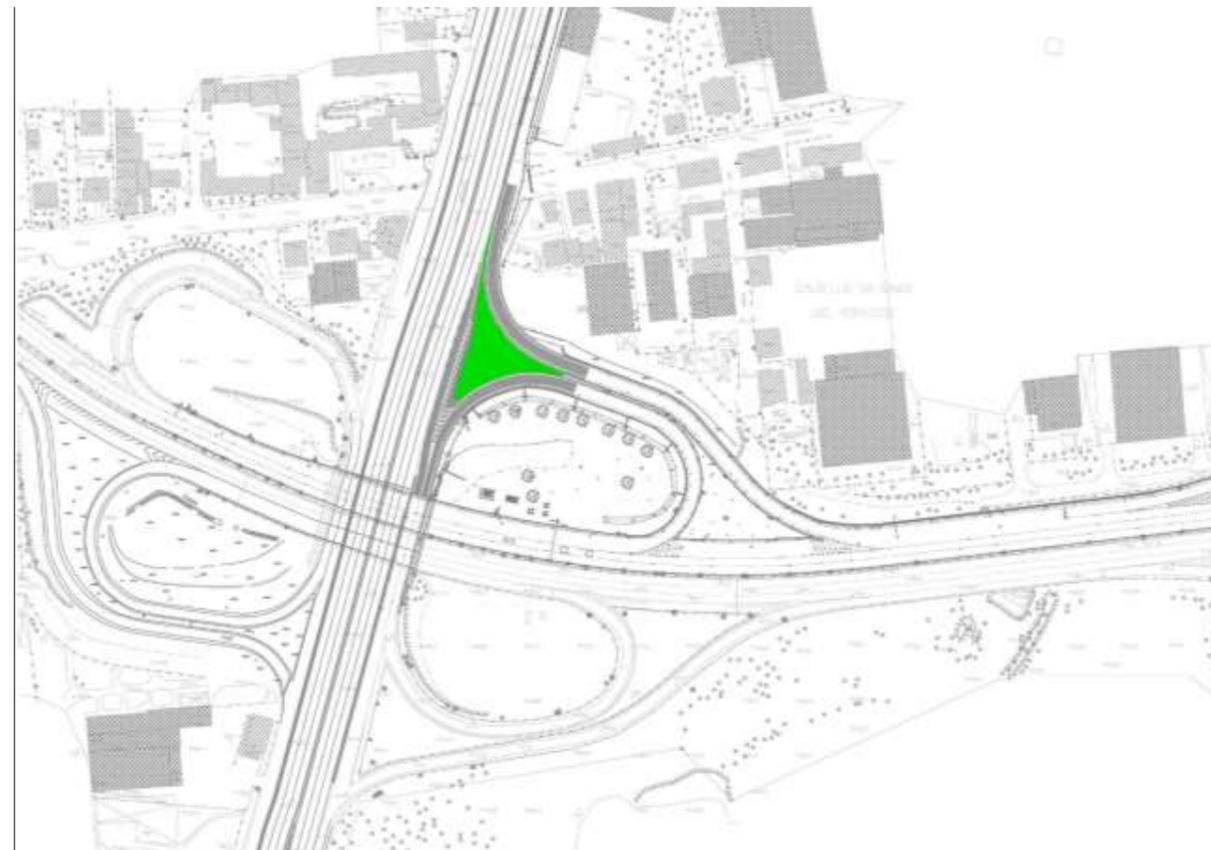


Figura 67 – Nuova immissione rampa A52 da ovest verso la SS36 dir nord

Le immagini seguenti riportano graficamente i parametri prestazionali sulla tratta stradale oggetto di intervento per l'ora di punta della sera: in assenza di elementi di perturbazione del traffico esterni all'area oggetto di analisi, il valore del perditempo medio veicolare si attestano al di sotto dei 10 secondi, mentre le velocità medie rilevate dal modello si attestano tra i 50 e i 60 km/h, valori comunque in linea sia con il nuovo limite di velocità (70 km/h) sia con i volumi di traffico attesi per questo scenario di analisi.

### 6.2.3 Verifica innesto SS336

Di seguito si riporta il dettaglio delle verifiche effettuate sulla nuova immissione tra la rampa di uscita dell'A52 da ovest e la SS36 in direzione nord.

L'immagine seguente riporta il dettaglio delle geometrie previste per la realizzazione della nuova immissione sulla SS36: la lunghezza della zona di scambio è stata modellizzata assumendo una lunghezza pari a 45 metri.



Figura 68 –Scenario di progetto: valori del perditempo medio veicolare – HPS

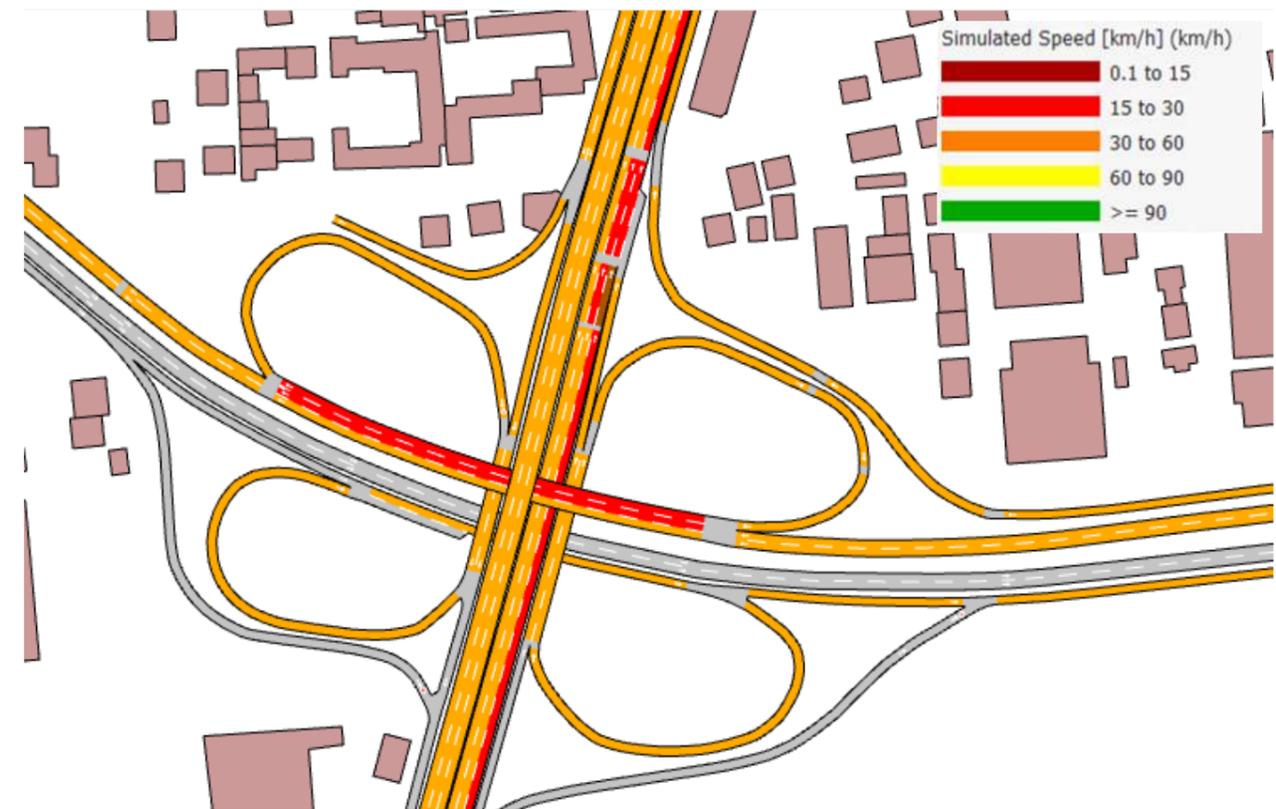


Figura 69 –Scenario di progetto: valori della velocità media veicolare – HPS

Le immagini seguenti riportano invece le istantanee del modello di simulazione catturate ad intervalli di 10 minuti per lo scenario di progetto considerando l'ora di punta serale.

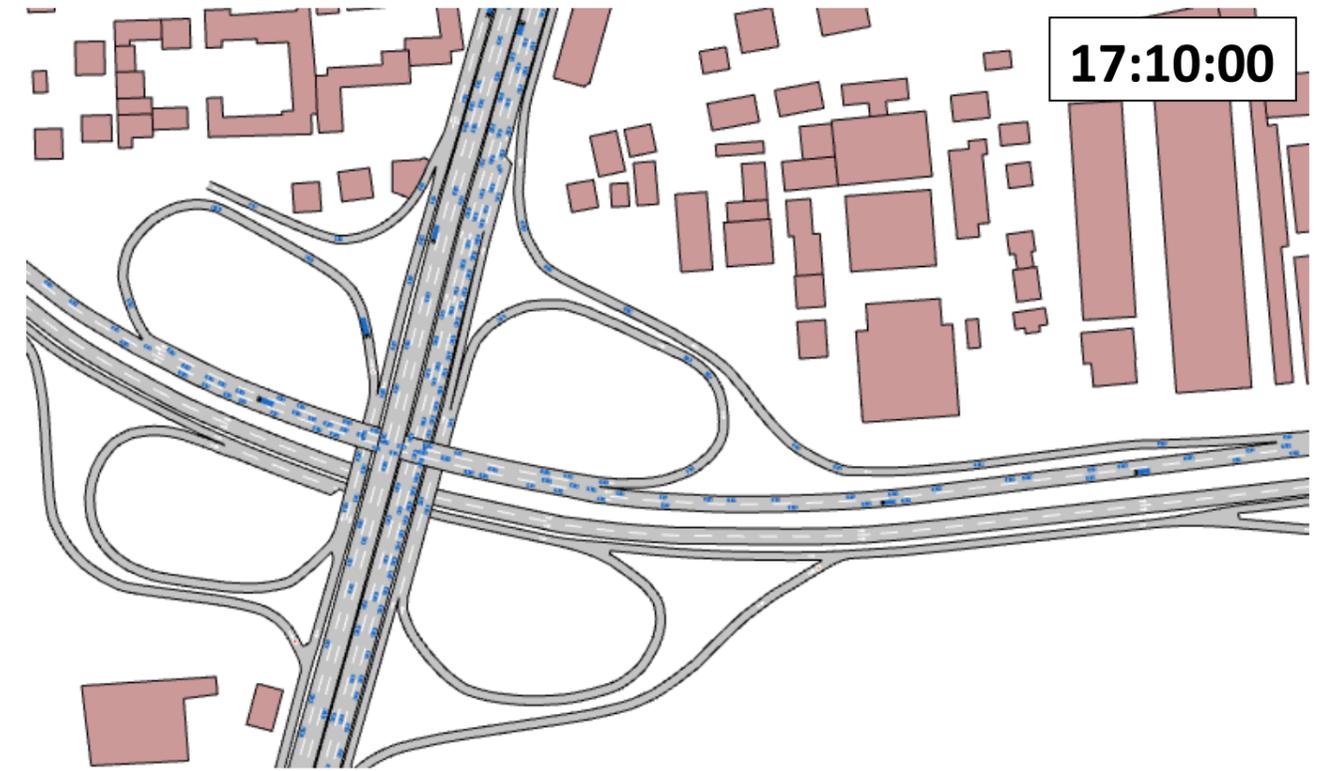


Figura 70 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione

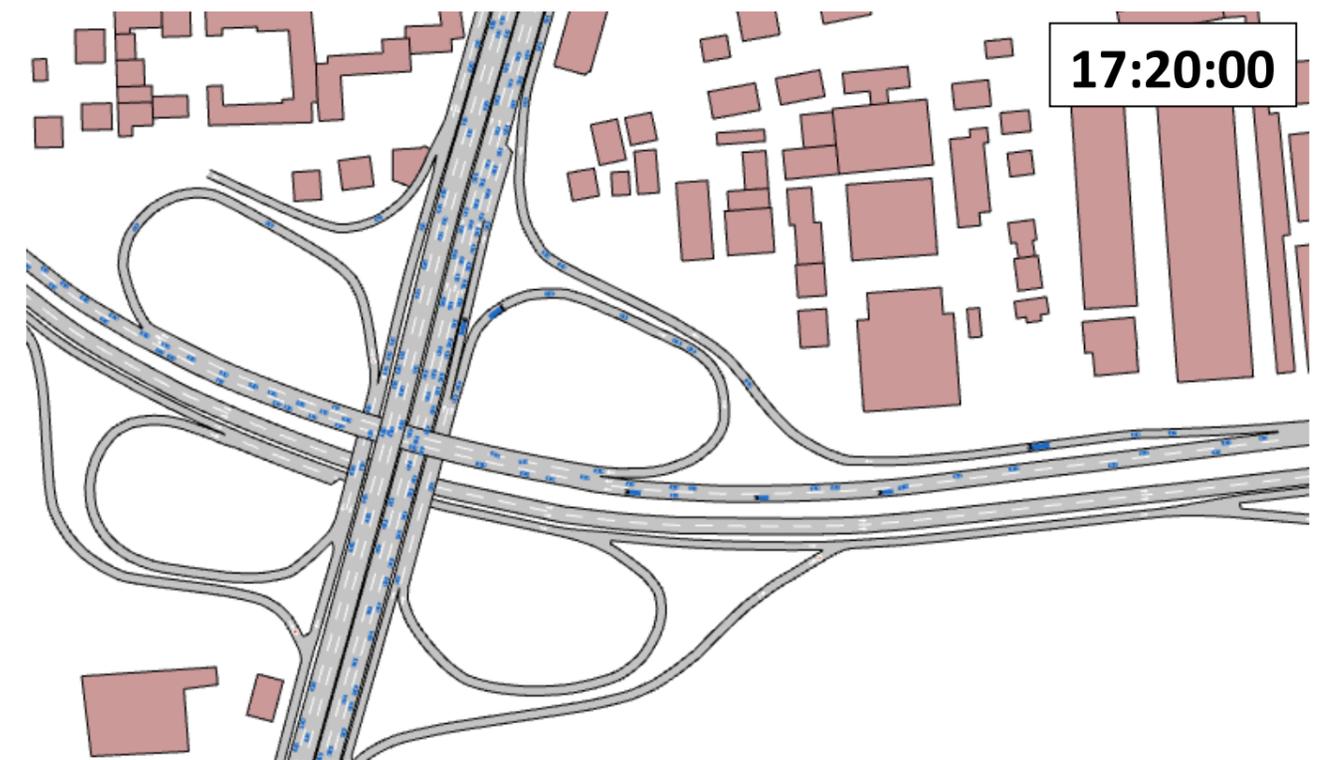


Figura 71 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione

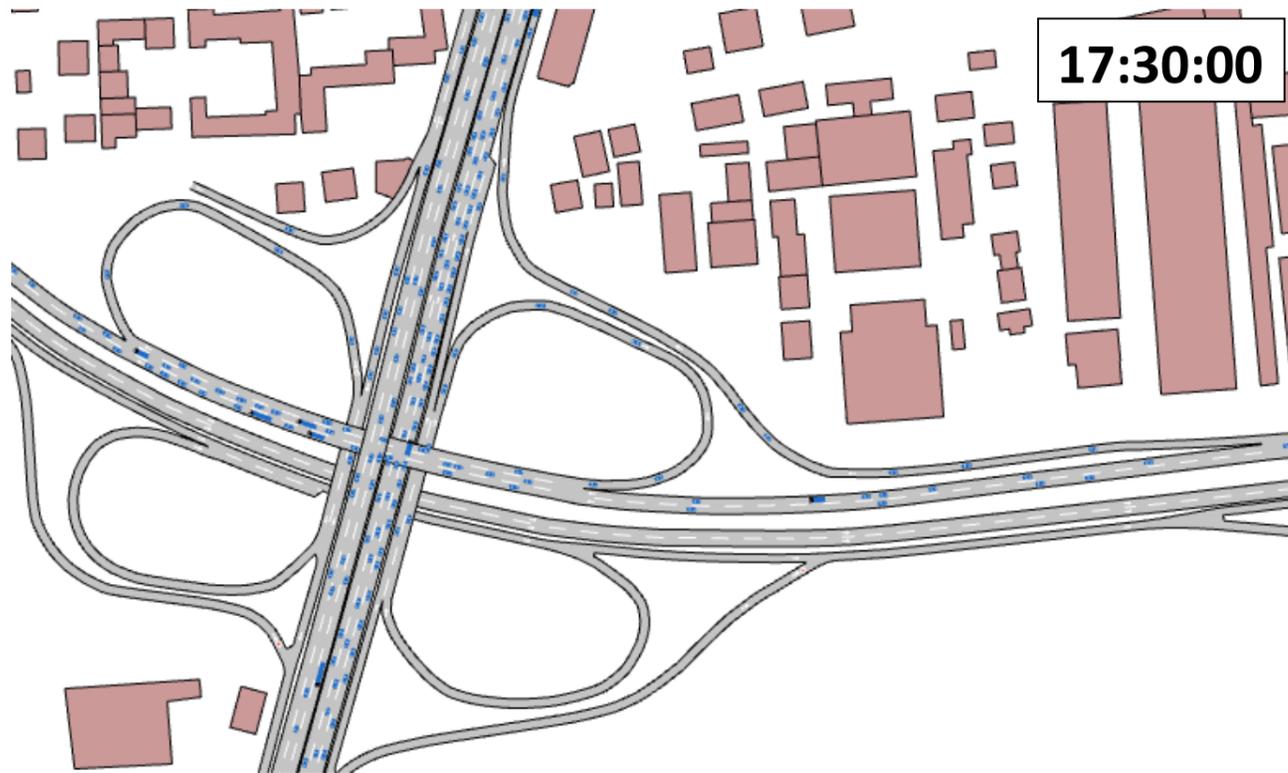


Figura 72 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione

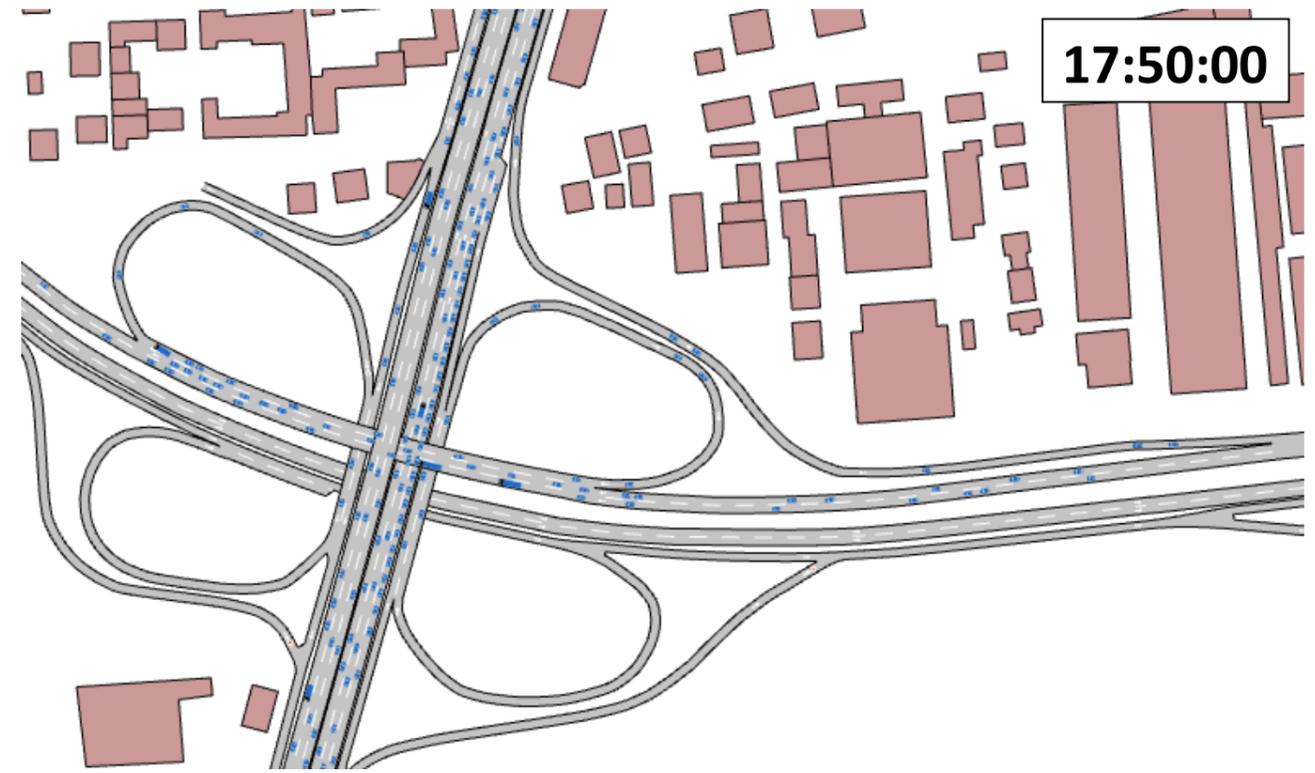


Figura 74 - Soluzione progettuale - Istantanea dopo 50 minuti di simulazione

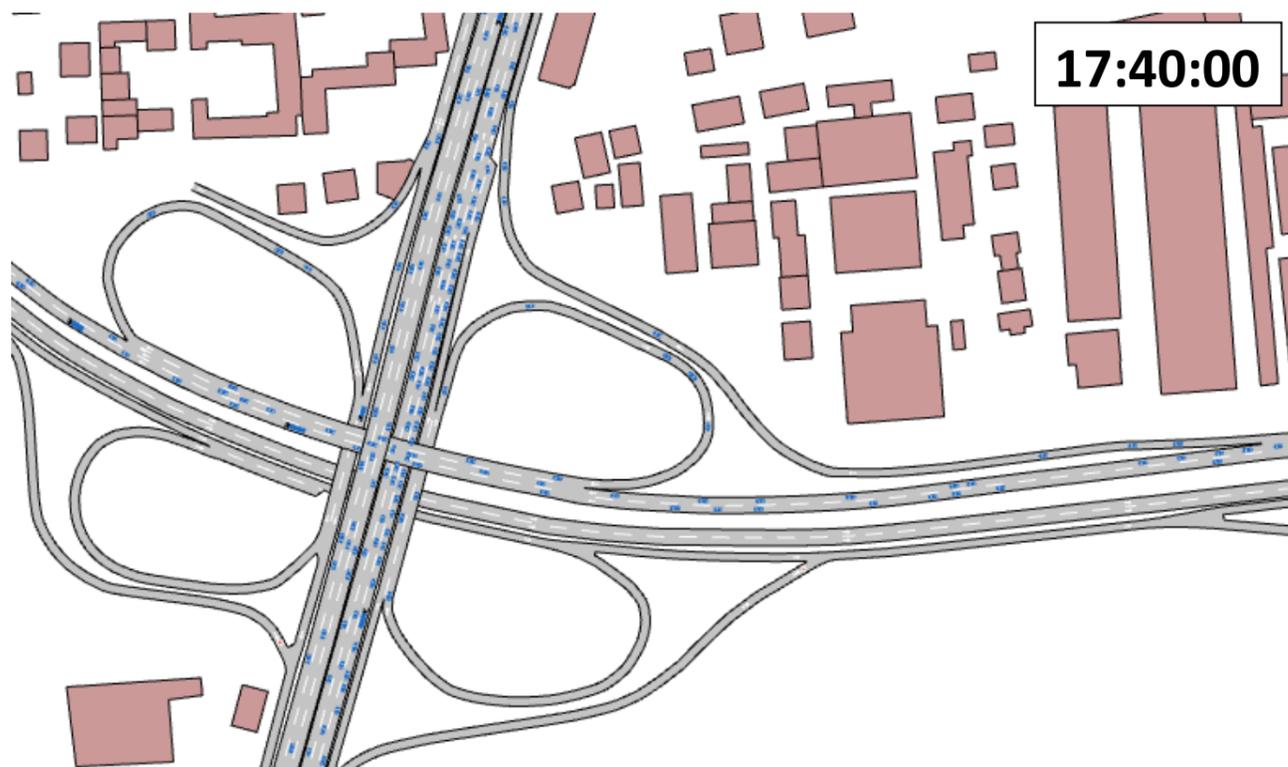


Figura 73 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione

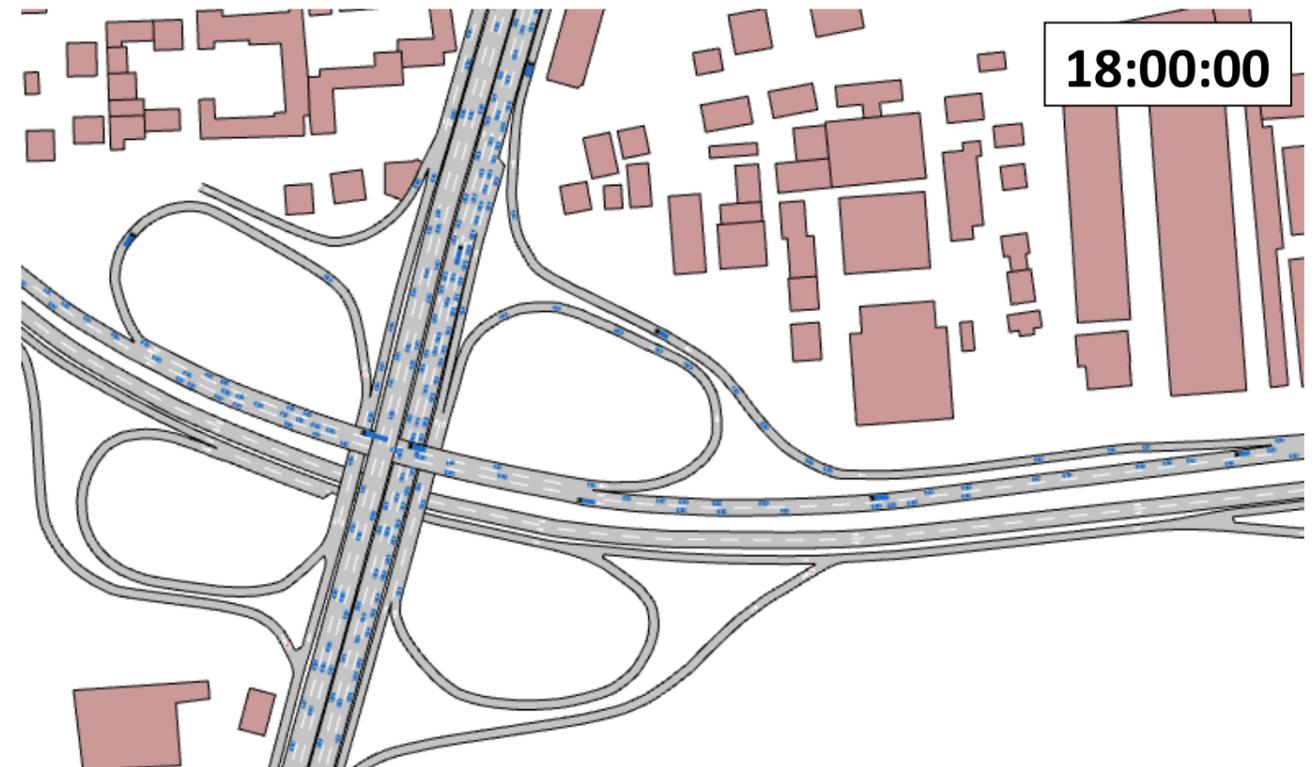


Figura 75 - Soluzione progettuale - Istantanea dopo 60 minuti di simulazione

#### 6.2.4 SINTESI ANALISI MICROMODELLISTICHE

Di seguito si riporta la sintesi dei principali parametri modellistici estrapolati dal modello di simulazione per i diversi scenari considerati. Si rimarca come lo scenario progettuale è stato ricostruito ipotizzando che il sistema oggetto di analisi non sia sensibilmente influenzato nel suo carico veicolare da variazioni dell’offerta infrastrutturale di area vasta: ciò determina una domanda di traffico sostanzialmente “rigida” in modo da consentire di valutare lo scenario trasportistico maggiormente penalizzante su cui valutare l’efficacia degli interventi di potenziamento che saranno ipotizzati nell’ambito territoriale oggetto di analisi. In tal senso, le analisi modellistiche sono state implementate assumendo la domanda di traffico attuale sulla quale è stata caricata integralmente l’incremento dell’indotto veicolare generato ed attratto dal quadro programmatico di riferimento, senza considerare quindi la componente di traffico “deviato” su itinerari e percorsi alternativi a quelli presenti all’interno dell’area di studio.

Ciò premesso, le risultanze modellistiche hanno permesso di rilevare i seguenti aspetti:

- **soluzione progettuale:** dalle analisi si evince come la soluzione progettuale consenta di risolvere le attuali criticità rilevate sia sullo svincolo della A52/SS36, sia in uscita dal casello A4:
  - in particolare sulla manovra di immissione dall’A52 per i veicoli provenienti da est verso la SS36 in direzione nord, dove si rilevano marcati valori del perditempo medio veicolare (maggiori di 300 secondi, come rilevato dall’analisi dello scenario di riferimento). La risoluzione di tale criticità produce inoltre effetti migliorativi anche sulle componenti ambientali dell’area di studio all’interno della quale ricade l’elemento infrastrutturale.
  - Sulle restanti sezioni si verificano sporadici rallentamenti a dimostrazione del corretto dimensionamento degli elementi infrastrutturali che accompagnano la presente proposta progettuale.
  - Per quanto riguarda il casello dell’A4, la creazione di una rampa diretta di connessione con l’A52, oltre a migliorare il deflusso veicolare in uscita dal casello stesso, produce evidenti miglioramenti anche sulla viabilità locale di adduzione al sistema viabilistico autostradale: sulla via Marconi il perditempo medio veicolare così come gli accodamenti alquanto marcati che si rilevano nello scenario di riferimento, risultano di gran lunga ridotti, con evidenti benefici sul regime di circolazione della rete locale di collegamento. Anche in questo caso, la risoluzione di tale criticità produce effetti migliorativi anche sulle componenti ambientali dell’area di studio all’interno della quale ricade l’elemento infrastrutturale.

La tabella seguente riporta la sintesi del perditempo medio veicolare rilevato sui diversi elementi infrastrutturali per gli scenari considerati.

Perditempo [sec]		
	Scenario di riferimento	Scenario progettuale
Rampa A	166	8
Rampa B	7	2
Rampa C	2	2
Scambio 1	2	1
Scambio 2	-	3
Scambio 3	14	4
Immissione A4	245	2

Immissione via Marconi	413	13
------------------------	-----	----

Tabella 18 – Raffronto perditempo rilevato sulle rampe e sulle zone di scambio

La tabella seguente riporta la sintesi dell’accodamento medio e massimo rilevato sui diversi elementi infrastrutturali per gli scenari considerati.

	Accodamento [metri]			
	Scenario di riferimento		Scenario progettuale	
	medio	massimo	medio	massimo
Rampa A	431	757	0	0
Rampa B	0	1	0	0
Rampa C	-	-	0	1
Scambio 1	-	-	0	0
Scambio 2	-	-	0	0
Scambio 3	-	-	0	0
Immissione A4	791	947	0	0
Immissione via Marconi	1325	2141	9	50

Tabella 19 – Raffronto accodamento medio e massimo rilevato sulle rampe e sulle zone di scambio

Infine la tabella seguente riporta la stima dei Los ottenuta dai valori di perditempo rilevati dal modello di microsimulazione: essendo le infrastrutture oggetto di analisi inserite in un contesto fortemente urbanizzato, si è utilizzato come parametro di riferimento la tabella dei LOS descrittiva del regime di circolazione in ambito urbano.

	LOS	
	Scenario di riferimento	Scenario progettuale
Rampa A	F	A
Rampa B	A	A
Rampa C	A	A
Scambio 1	A	A
Scambio 2	-	A
Scambio 3	B	A
Immissione A4	F	A
Immissione via Marconi	F	B

Tabella 20 – Stima del LOS

Da quanto espresso e dai risultati degli indicatori assunti a base delle analisi modellistiche, si rileva come la presente proposta progettuale produce ottimi effetti in termini prestazionali sui tratti stradali oggetto di analisi, con particolare sgravio della Rampa A (collegamento A52-SS336 in direzione nord).

A conferma che anche la soluzione che accoglie le prescrizioni degli enti (in particolare il Comune di Monza e la Provincia di Monza e Brianza) mantiene i benefici ed gli obiettivi trasportistici di progetto si riporta di seguito il confronto micromodellistico con la precedente soluzione sottoposta a Verifica di Assoggettabilità a VIA (a cui si rimanda per gli approfondimenti sugli aspetti): alcune differenze dei valori di LOS, sono imputabili a variazioni di 5/6 secondi del perditempo medio veicolare, che derivano sia da una redistribuzione differente de traffico veicolare, sia dalla ottimizzazioni delle geometrie progettuali).

LOS		
	SOLUZIONE PROGETTUALE VER-VIA	PROGETTO SOTTOPOSTO A VIA
Rampa A	C	A
Rampa B	A	A
Rampa C	A	A
Scambio 1	A	A
Scambio 2	B	A
Scambio 3	A	A
Immissione A4	A	A
Immissione via Marconi	B	B

Tabella 21 – Stima del LOS confronto progetto sottoposto a VIA – soluzione progettuale Verifica di assoggettabilità a VIA

## 7 CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti alla proposta progettuale di potenziamento dell’interconnessione A52-A4 ramo di svincolo tra A4 dir. Torino e A52 dir. Rho e svincolo Monza San Alessandro – opera connessa Olimpiadi 2026.

L’ambito di analisi è delimitato dagli assi viari A4 a sud, A52 a nord, SS36 ad ovest e SP58 ad est che schematizzano la rete infrastrutturale che sarà rappresentata nel modello di simulazione della circolazione veicolare.



Figura 76 – Area di studio

La A52 Tangenziale Nord di Milano in corrispondenza del tratto tra la A4 e la SS36 è contraddistinta da un elevato stato di congestione del traffico, dovuta alla sua inadeguatezza dei nodi e ai consistenti flussi veicolari circolanti, che determinano ricadute negative, sia in termini di efficienza trasportistica, sia di vivibilità del contesto territoriale circostante.

L’obiettivo è stato quello di valutare l’efficacia delle soluzioni progettuali (definiti da Milano-Serravalle), al fine di quantificare i carichi attesi ed il livello di servizio sull’infrastruttura (oggetto di adeguamento / potenziamento / miglioramento dei relativi livelli prestazionali), e gli effetti indotti (aumento/diminuzione dei volumi di traffico rispetto allo scenario programmatico) sulla rete viaria esistente di lunga percorrenza, nonché di breve-media percorrenza (locale-sovracomunale) nell’intorno della tratta stradale allo studio. Le analisi sono finalizzate quindi a disporre di un quadro completo sugli effetti della riqualificazione-miglioramento del macro nodo tra la A4-A52-SS36.

Nell'ambito di questo studio, verrà sviluppato un modello di assegnazione su reti stradali in grado di simulare il comportamento dei flussi veicolari nell'area di studio. In particolare, tale strumento permette di prevedere la distribuzione dei flussi sulla rete a seguito della realizzazione di differenti opere infrastrutturali.

A tal fine, lo studio prevederà in primo luogo la valutazione dei seguenti scenari temporali:

- **scenario attuale**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare l'attuale grado di accessibilità all'area di studio in riferimento all'assetto viario esistente e all'attuale regime di circolazione (riferito all'anno 2018 e successivamente aggiornato al 2022);
- **scenario di riferimento**, con l'obiettivo di fornire un'analisi dettagliata volta a caratterizzare il quadro programmatico della domanda e dell'offerta che interessano l'ambito territoriale di interesse per l'orizzonte temporale di riferimento (anno 2025);
- **scenario di intervento** finalizzato all'analisi di differenti soluzioni progettuali assumendo differenti scenari di offerta infrastrutturali.

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante l'utilizzo delle seguenti banche dati:

- i dati forniti da Serravalle per le barriere satellite A4 di Milano Est e per la barriera A52 oltre alle rilevazioni sulle sezioni stradali del sistema delle tangenziali di Milano;
- la matrice OD SPEA tramite rilievi Bluetooth o Infoblu;
- le banche dati delle indagini di traffico condotte direttamente sul campo (maggio 2018) nell'ambito del PMA relativo al progetto denominato "PROGETTO DI VARIANTE AL VIGENTE P.I.I. IN CONFORMITA' AL PGT COMUNALE, CON RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO DEL CENTRO COMMERCIALE ESISTENTE, REALIZZAZIONE DEL NODO INTERSCAMBIO E INTERVENTI DI COMPLETAMENTO A FUNZIONE DIREZIONALE IN COMUNE DI CINISELLO BALSAMO";
- le banche dati rilevati da Spea nel mese di maggio 2018 all'interno dell'area di studio.
- i dati forniti da Spea per la barriera A4 di Milano Est e per i radar in itinere lungo la tratta A4 Cormano-Cinisello;
- le sezioni di monitoraggio del traffico urbano del comune di Monza nell'ambito dell'elaborazione del PUMS (novembre/dicembre 2019).

Al fine di valutare l'evoluzione della domanda di traffico dal 2018 al 2022 così da analizzare correttamente lo scenario di domanda entro cui si colloca l'intervento oggetto di analisi, è stato effettuato un raffronto tra i flussi rilevati sulle barriere dell'A4 di Milano est e sulla barriera di Monza di collegamento con l'A52 nel quinquennio 2018 - 2022: il raffronto dei dati rilevati sulle barriere di accesso alla rete stradale oggetto di analisi evidenzia, rispetto al 2018, una riduzione dei volumi di traffico compresa lo 0.8% e il 4.1%. Ciò conferma l'attendibilità dei dati di traffico utilizzati a supporto delle analisi modellistiche.

Il risultato finale delle analisi dello stato attuale si è concretizzato attraverso il processo di calibrazione della matrice O/D di base, finalizzato a riprodurre le effettive quantità di spostamenti per ogni possibile relazione tra le zone in cui è suddiviso l'ambito territoriale analizzato.

Dopo aver caratterizzato lo scenario attuale, si è quindi provveduto ad implementare lo scenario di riferimento progettuale mediante la ricostruzione della domanda e dell'offerta di trasporto prevista dagli strumenti di programmazione territoriale all'interno dell'area di studio e all'assegnazione di questa sulla rete stradale di riferimento.

In questo scenario di analisi, in assenza di interventi di potenziamento della infrastruttura oggetto di analisi, si rileva un peggioramento dei parametri prestazionali che descrivono e caratterizzano il deflusso veicolare sia sulla viabilità autostradale, sia sulle zone di scambio con il sistema viabilistico urbano ed extraurbano a cui l'infrastruttura risulta connesso. In particolare, come evidenziato anche nei successivi capitoli, si rilevano in particolare due elementi di forte criticità:

- sullo svincolo della A52/SS36, in particolare sulla manovra di immissione dall'A52 per i veicoli provenienti da est e diretti verso la SS36 in direzione nord: le verifiche effettuate relativamente a questo scenario di analisi evidenziano su questa rampa valori del perditempo medio veicolare pari a 305 secondi, mentre l'accodamento massimo si attesta sui 750/800 metri.
- La zona di scambio tra i flussi in uscita dal casello A4 e diretti verso l'A52 in direzione ovest e la rampa che si immette dalla via Marconi nel comune di Monza. In questo scenario di analisi si rilevano valori di perditempo medio veicolare e accodanti alquanto consistenti e tali da prefigurare condizioni di deflusso veicolare caratterizzati da LOS pari ad F.

La risoluzione delle predette criticità ha portato ad individuare una serie di opere ed interventi infrastrutturali con un duplice obiettivo: fluidificare il deflusso sull'asse autostradale e, al contempo, ridurre le interferenze nelle zone di scambio tra la viabilità autostradale e la viabilistica urbane ed extraurbana di collegamento.

In tale contesto è stata analizzata la soluzione progettuale, al fine di quantificare i carichi attesi ed il livello di servizio sull'infrastruttura (oggetto di adeguamento/potenziamento/miglioramento dei relativi livelli prestazionali), e gli effetti indotti (aumento/diminuzione dei volumi di traffico rispetto allo scenario programmatico) sulla rete viaria esistente di lunga percorrenza, nonché di breve-media percorrenza (locale-sovracomunale) nell'intorno della tratta stradale allo studio. Le analisi sono finalizzate quindi a disporre di un quadro completo sugli effetti della riqualificazione-miglioramento del macro nodo tra la A4-A52-SS36.

La "Soluzione progettuale" sottoposta a VIA, in coerenza con gli obiettivi preposti, prevede le seguenti modifiche infrastrutturali:

- Adeguamento dello svincolo di via Borgazzi mediante chiusura dell'attuale uscita "Monza Centro – Fermata Metro Sesto San Giovanni 1°Maggio" in carreggiata nord e realizzazione di una nuova rampa di ingresso in Tangenziale dalla rotatoria di via Borgazzi in direzione nord. Negli elaborati progettuali l'intervento sulla nuova rampa è denominato "Ramo 2".
- Realizzazione nuova rampa di uscita in carreggiata nord dalla Tangenziale verso l'attuale via Edison, per poi congiungersi con essa. Negli elaborati progettuali l'intervento è denominato "Ramo 3".  
 Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord della Tangenziale Nord A52 dalla pk 5+100 alla pk 5+500 (per un totale di 400 m) con riconfigurazione a 3 corsie di marcia con emergenza. Negli elaborati progettuali l'intervento è denominato "Asse principale".
- Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord dell'A52 dalla pk 5+500 circa alla pk 5+800 circa con

riconfigurazione a 3 corsie di marcia, corsia specializzata di scambio di lunghezza pari a 250m e banchina laterale secondo DM2006. Negli elaborati progettuali gli interventi di ampliamento, comprensivo di quello definito al punto precedente, vengono denominati come “Ampliamento piattaforma stradale carreggiata nord”.

- Realizzazione di una rotatoria a due rami di innesti in prossimità della attuale curva a 90° su via Edison, a nord della Tangenziale A52, dove si andrà a congiungere la rampa di nuova realizzazione. Negli elaborati progettuali la rotatoria è denominata “Rotatoria 1”.
- Riconfigurazione piattaforma stradale carreggiata nord della Tangenziale A52 mediante sola segnaletica orizzontale tra la via Edison e la SS36 (da pk 5+700 a pk 6+500, per un totale di 800m).

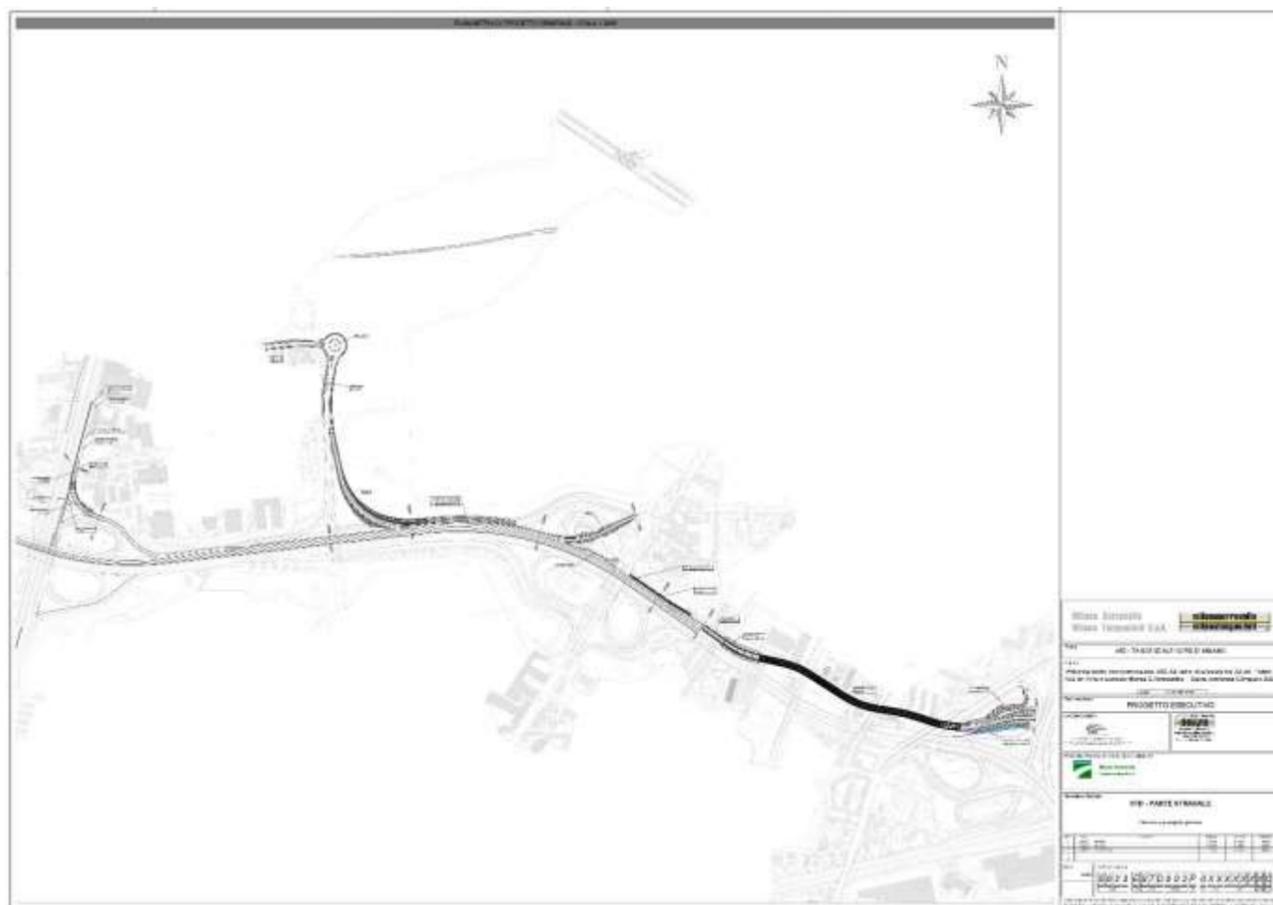


Figura 77 – Soluzione progettuale

La soluzione progettuale proposta rappresenta la soluzione che più adeguatamente risponde sia alle esigenze della collettività, garantendo la salvaguardia dell’area agricola del cosiddetto “Casignolo” e ottimi benefici definibili da parametri di traffico, sia alle esigenze del Committente, in termini di minimizzazione degli oneri manutentivi. La soluzione progettuale adottata tiene inoltre conto dei pareri degli Enti presentate in occasione della procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA (codice procedura 9699), conclusasi con determinazione direttoriale N. MASE\_VA\_DEC\_2023-0000368 del 28/07/2023 con il rimando alla procedura di VIA.

Le analisi macro modellistiche hanno permesso di rilevare, attraverso il diagramma di carico e il diagramma del rapporto flusso capacità la distribuzione dei flussi di traffico atteso sulla rete stradale dell’area di studio per la soluzione progettuale oggetto di analisi.

Il diagramma di confronto con lo scenario di riferimento (ovvero senza la realizzazione dell’opera) ha permesso di evidenziare come il progetto determina:

- un incremento del traffico sull’A52 e sulla rampa di collegamento con la SS36 in direzione nord, incremento dovuto anche alla chiusura della rampa che collega l’A52 con via Valtellina sullo svincolo di Monza Centro.
- un incremento sulla viabilità locale da via Edison alla controstrada della SS36 (viale Lombardia) di connessione con la rotatoria di San Fruttuoso (nord ovest) e su via Valtellina (sud);
- una lieve riduzione di traffico si rileva sull’asse di via Campania mentre resta pressoché inalterato il carico veicolare su via Borgazzi.

In termini locali permangono pertanto le condizioni di circolazione difficoltose sull’asse nord-sud di via Borgazzi via Valtellina riscontrabili allo stato attuale.

Sul resto della rete non si rilevano variazioni specifiche da segnalare.

Successivamente alle analisi macro modellistiche sono state poi condotte le **verifiche dei livelli di servizio** per appurare la funzionalità degli elementi infrastrutturali.

Dopo aver identificato lo scenario di intervento considerato attraverso l’assegnazione dei flussi di traffico sulla rete dell’area di studio, si è proceduto alle verifiche di dettaglio degli assi viari e delle intersezioni principali, attraverso l’utilizzo di apposite metodologie e modelli di simulazione. Nello specifico, la verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano le diverse soluzioni progettuali è stata effettuata utilizzando il seguente approccio metodologico:

- La stima dei LOS verrà effettuata anche attraverso i criteri indicati dalla Deliberazione Giunta regionale 27 settembre 2006 – n. 8/3219 – allegato 4: Analisi di traffico.
- La verifica dell’assetto di rete verrà effettuato mediante l’utilizzo di un modello di **microsimulazione dinamica** utilizzando il pacchetto software Aimsun.

In particolare le analisi sono state effettuate sui tratti stradali dove gli interventi infrastrutturali previsti dalle soluzioni progettuali comportano modifiche sostanziali rispetto alla situazione attuale. Le analisi sono state estese all’ora di punta serale, dove si rileva, per le aree oggetto di analisi, il regime di circolazione maggiormente penalizzante.

Lo studio è stato condotto assumendo che il sistema oggetto di analisi non sia sensibilmente influenzato nel suo carico veicolare da variazioni dell’offerta infrastrutturale di area vasta: ciò determina una domanda di traffico sostanzialmente “rigida” in modo da consentire di valutare lo scenario trasportistico maggiormente penalizzante su cui valutare l’efficacia degli interventi di potenziamento che saranno ipotizzati nell’ambito territoriale oggetto di analisi. In tal senso, le analisi modellistiche sono state implementate assumendo la domanda di traffico attuale sulla quale è stata caricata integralmente l’incremento dell’indotto veicolare generato ed attratto dal quadro programmatico di riferimento, senza considerare quindi la componente di traffico “deviato” su itinerari e percorsi alternativi a quelli presenti all’interno dell’area di studio.

La verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano le diverse soluzioni progettuali ha permesso di evidenziare i seguenti aspetti:

- Le rotatorie di connessione tra la viabilità principale e la viabilità locale di adduzione presentano valori di Los pari ad A con margini di capacità residua maggior del 30% sul ramo maggiormente penalizzato.
  - La verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano le diverse soluzioni progettuali rileva valori dei LOS compresi tra C e D, con il metodo HCM, e valori più performanti con l'utilizzo di un modello di microsimulazione dinamica.

In particolare, in ottemperanza a quanto dalla normativa in materia di progettazione stradale (D.M. 19 aprile 2006), è stato utilizzato un modello di microsimulazione dinamica per la verifica dei livelli di servizio delle rampe e delle zone di scambio che caratterizzano la soluzione progettuale proposta; le risultanze modellistiche hanno permesso di rilevare i seguenti aspetti; dalle analisi si evince come la soluzione progettuale consente di risolvere le attuali criticità rilevate sia sullo svincolo della A52/SS36, sia in uscita dal casello A4:

- in particolare sulla manovra di immissione dall'A52 per i veicoli provenienti da est verso la SS36 in direzione nord, dove si rilevano marcati valori del perditempo medio veicolare (maggiori di 300 secondi come rilevato dall'analisi dello scenario di riferimento). La risoluzione di tale criticità produce inoltre effetti migliorativi anche sulle componenti ambientali dell'area di studio all'interno della quale ricade l'elemento infrastrutturale.
- Sulle restanti sezioni si verificano sporadici rallentamenti a dimostrazione del corretto dimensionamento degli elementi infrastrutturali che accompagnano la presente proposta progettuale.
- Per quanto riguarda il casello dell'A4, la creazione di una rampa diretta di connessione con l'A52, oltre a migliorare il deflusso veicolare in uscita dal casello stesso, produce evidenti miglioramenti anche sulla viabilità locale di adduzione al sistema viabilistico autostradale: sulla via Marconi il perditempo medio veicolare così come gli accodamenti alquanto marcati che si rilevano nello scenario attuale, risultano pressoché azzerati, con evidenti benefici sul regime di circolazione della rete locale di collegamento. Anche in questo caso, la risoluzione di tale criticità produce effetti migliorativi anche sulle componenti ambientali dell'area di studio all'interno della quale ricade l'elemento infrastrutturale.
- Infine in corrispondenza degli immissioni in SS36 direzione nord per i flussi provenienti dalla A52, le risultanze modellistiche non hanno evidenziato criticità aggiuntive (non si alterano i perditempo e gli intervalli di velocità media delle ore di punta analizzate).

## 8 ALLEGATO

Di seguito si riportano le tavole grafiche con il dettaglio dei flussogrammi per ogni scenario simulato nei paragrafi precedenti:

- flussogramma scenario attuale ora di punta del mattino;
- flussogramma scenario attuale ora di punta della sera;
- flussogramma scenario di riferimento ora di punta del mattino;
- flussogramma scenario di riferimento ora di punta della sera;
- flussogramma scenario di intervento ora di punta della sera.

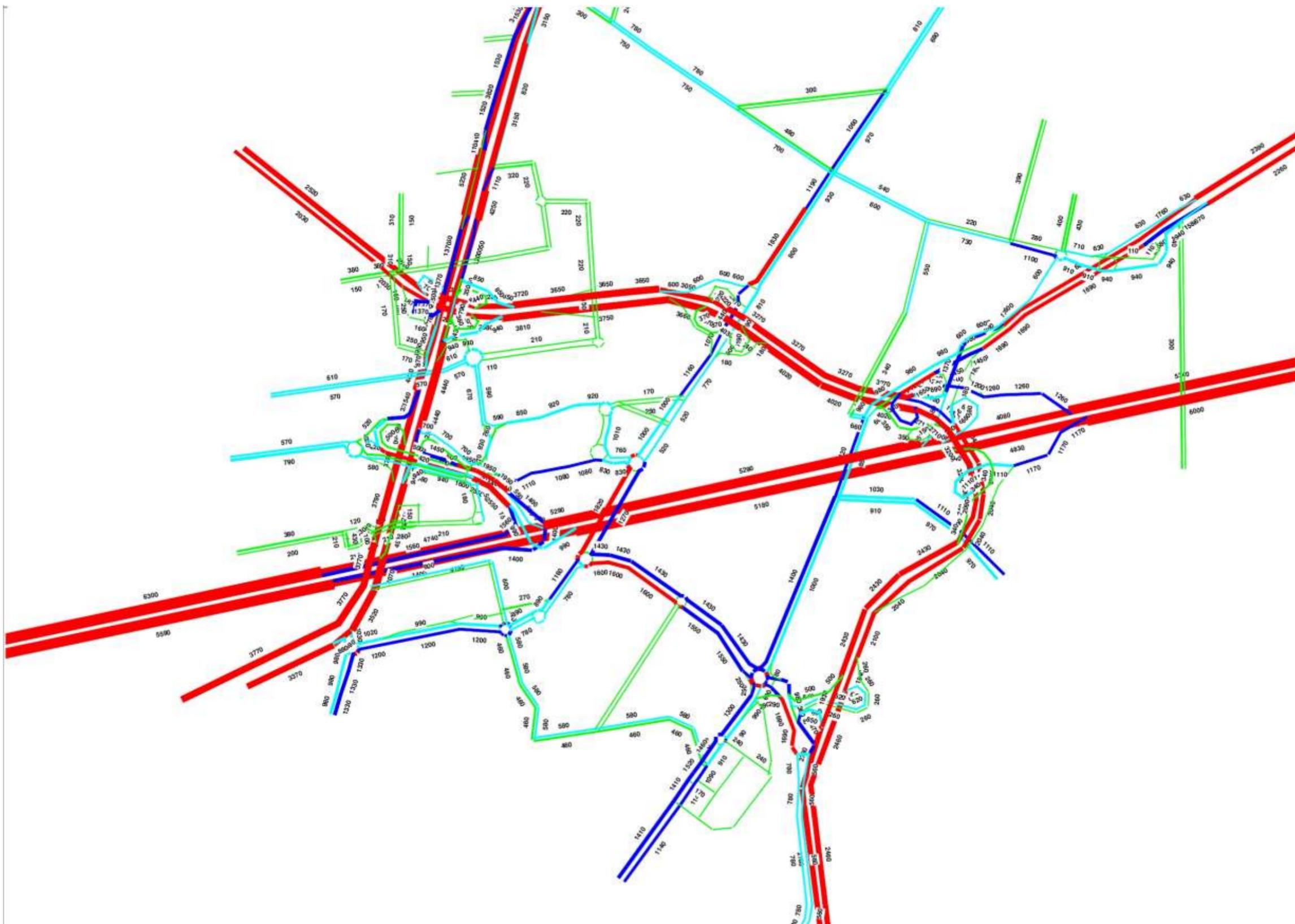


Figura 78 – Flussogramma Scenario attuale – Punta del mattino

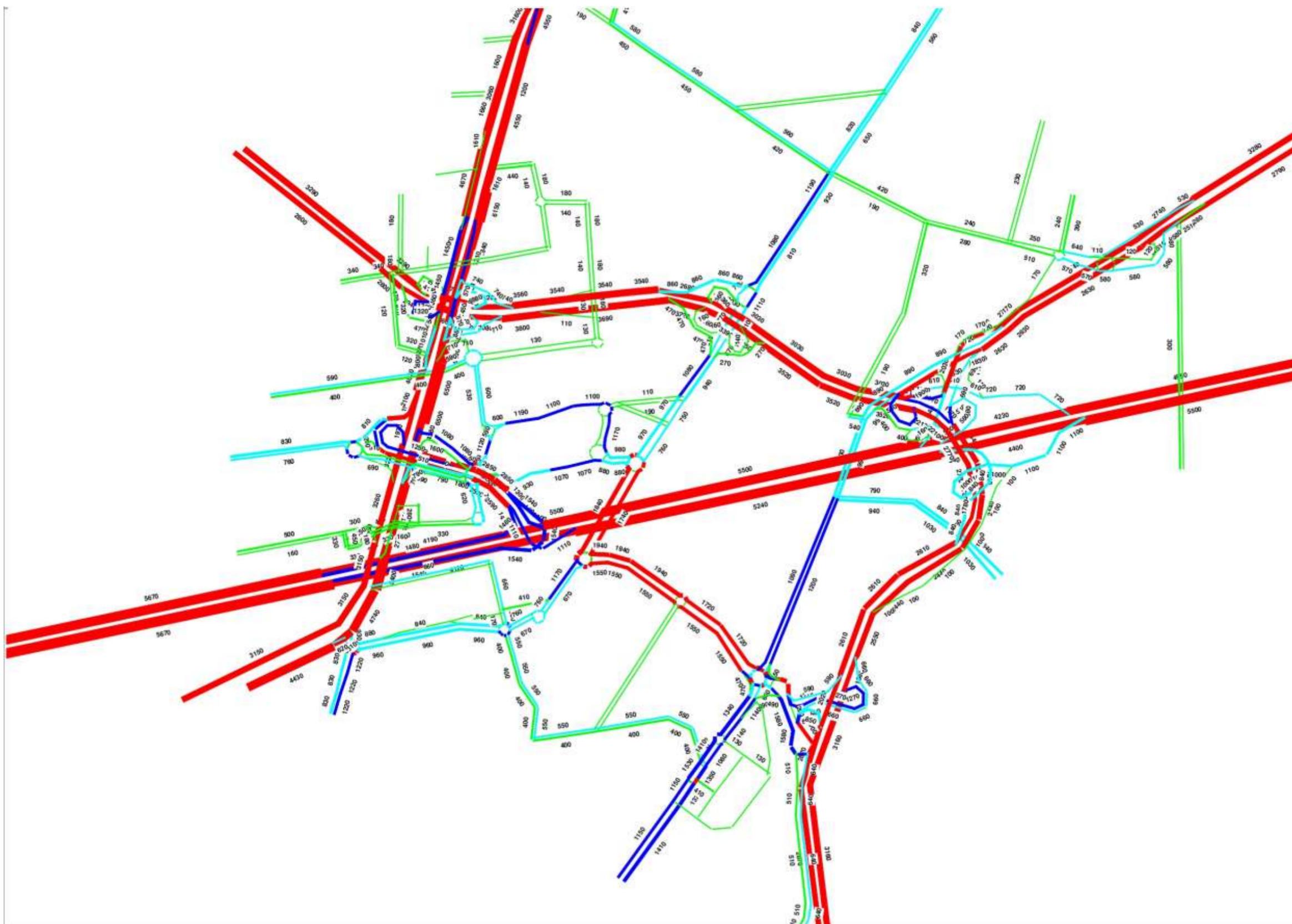


Figura 79 – Flussogramma Scenario attuale – Punta della sera

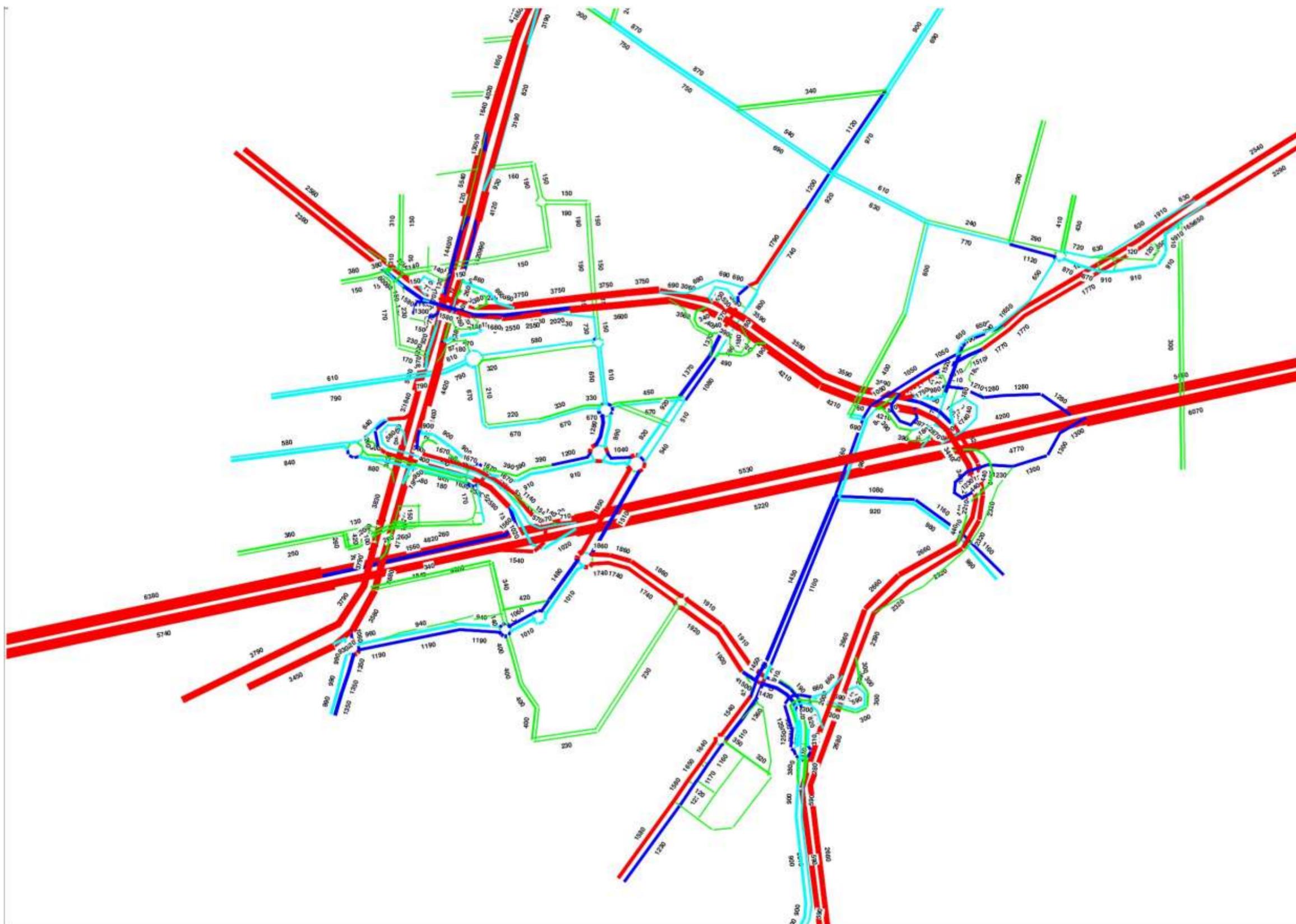


Figura 80 – Flussogramma Scenario di riferimento – Punta della mattina

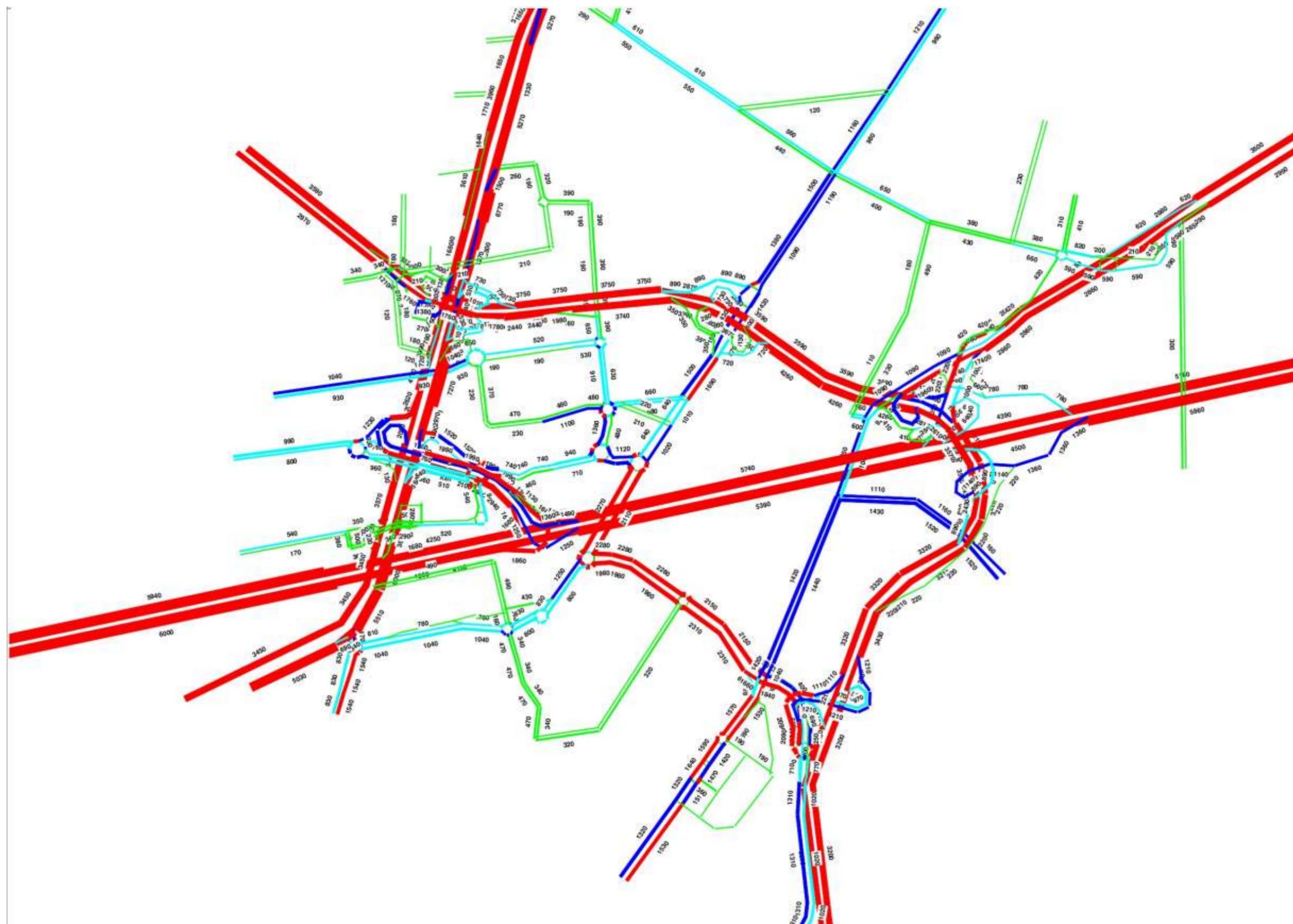


Figura 81 – Flussogramma Scenario di riferimento – Punta della sera

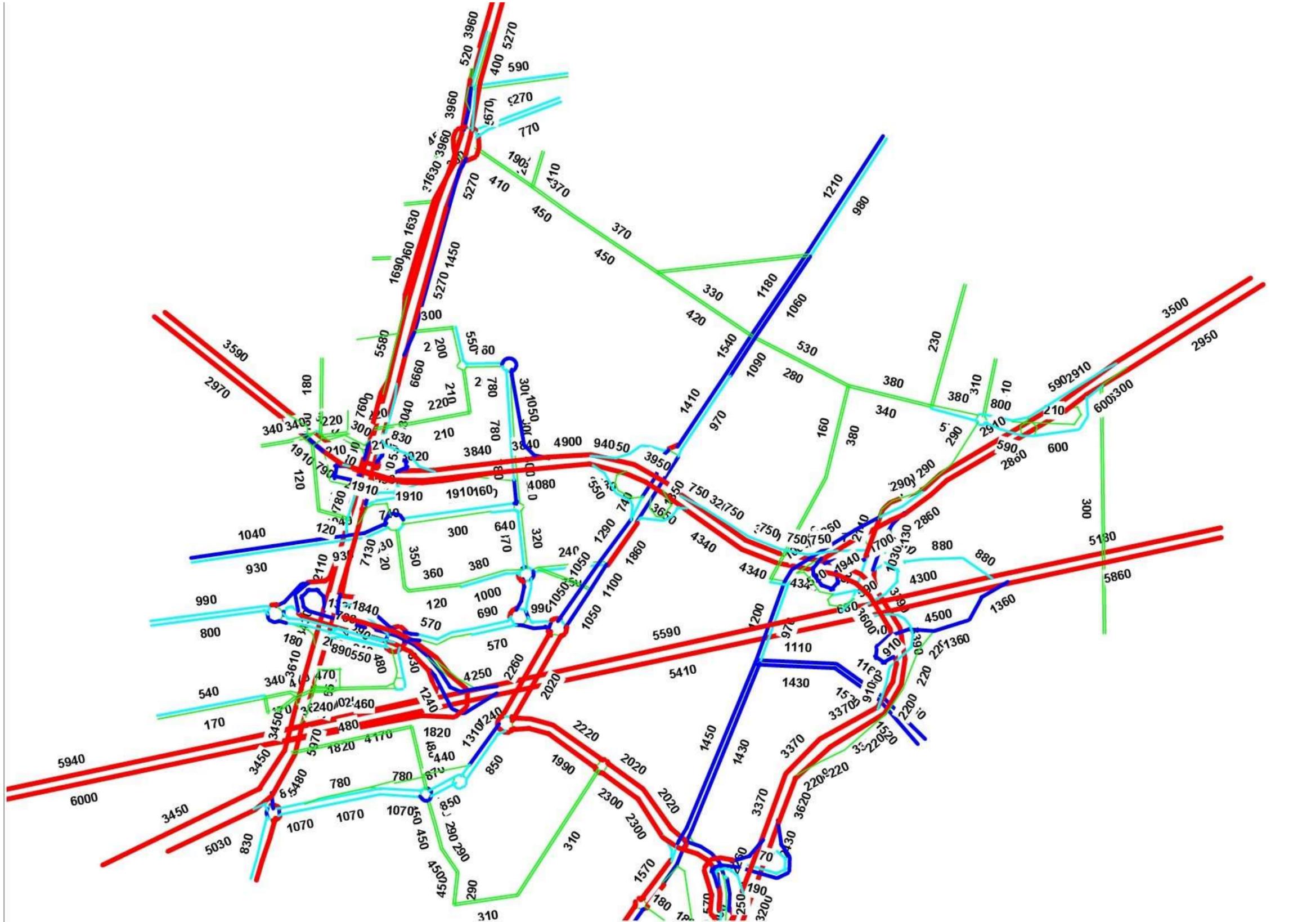


Figura 82 – Flussogramma Scenario di intervento soluzione progettuale

## 9 INDICE

### 9.1 INDICE DELLE FIGURE

Figura 01 – Area di studio	3
Figura 02 – Estensione del grafo di rete che sarà adottato all'interno del modello di simulazione	5
Figura 03 – Area di studio	6
Figura 04 – Area di intervento – regolamentazione intersezioni	7
Figura 05 – Regime di circolazione – Sensi di marcia degli assi viari	7
Figura 06 – Regime di circolazione – Regolamentazione delle intersezioni	7
Figura 07 – Flussi rampe A4	10
Figura 08 – Flussi rampe A52	11
Figura 09 - Assi viari oggetto di monitoraggio del traffico nell'ambito del PMA	12
Figura 10 – Estensione grafo di rete	14
Figura 11 - Localizzazione delle sezioni di conteggio dei flussi veicolari - area di studio	16
Figura 12 – Processo di calibrazione messo a punto all'interno di CUBE 6	16
Figura 13 - Diagramma di dispersione GEH – Punta mattutina	18
Figura 14 - Diagramma di dispersione GEH – Punta serale	18
Figura 15 – Confronto veicoli equivalenti rilevati (in rosso) e assegnati (in nero) – Punta mattutina	18
Figura 16 – Confronto veicoli equivalenti rilevati (in rosso) e assegnati (in nero) – Punta serale	19
Figura 17 – Flussogramma Scenario Attuale – Punta mattutina	20
Figura 18 – Flussogramma Scenario Attuale – Punta serale	20
Figura 19 – Rapporto F/C scenario Attuale – Area di Studio	21
Figura 20 – Rapporto F/C scenario Attuale – Area di Studio	21
Figura 21 - riqualificazione dello svincolo dell'A52 all'altezza del centro commerciale Vulcano	22
Figura 22 - Potenziamento della tratta tra lo svincolo con la SS36 e lo svincolo Robecco	22
Figura 23 - Opere infrastrutturale viabilità Locale	22
Figura 24 – Riqualificazione dello svincolo dell'A4 di Cinisello Balsamo-Sesto San Giovanni	23
Figura 25 – Tracciato planimetrico della Pedemontana (fonte: www.pedemontana.it)	23
Figura 26 – PII Aree EX FALCK vigente - (approvato con delibera G.C. n. 80 del 23.3.2016)	24
Figura 27 – Confronto traffico leggero 2019 – 2020 - traffico veicoli leggeri	25
Figura 28 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta del mattino	26
Figura 29 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta serale	26
Figura 30 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta del mattino	27
Figura 31 – Flussogramma Scenario di Riferimento – Punta serale	27
Figura 32 – Rampa di collegamento A52 est - SS36 nord	27
Figura 33 – Zona di scambio uscita A4 – immissione da via Marconi	28
Figura 34 - All. B - Planimetria parte integrante dell'atto – Proposta Comune di Monza	29
Figura 35 - Planimetria del progetto esecutivo sottoposto a Verifica di Assoggettabilità alla VIA	30
Figura 36 - Planimetria del progetto esecutivo sottoposto a VIA	30
Figura 37 – Soluzione progettuale	31
Figura 38 – Flussogramma Scenario di progetto – Punta serale	31
Figura 39 – Rapporto flusso/capacità Scenario 1 – Punta serale	32

Figura 40 – Confronto dei flussi tra lo Scenario di progetto aggiornato e lo scenario di riferimento (senza intervento)– Ora di Punta serale	32
Figura 41 – Confronto dei flussi tra lo Scenario di progetto VIA e la soluzione di progetto con il collegamento tra via Edison e viale Campania – Ora di Punta serale	33
Figura 42 – Schema funzionale di progetto oggetto di analisi	34
Figura 43 – Soluzione progettuale	36
Figura 44 – Flussi e grandezze geometriche del metodo Girabase	38
Figura 45 – Identificazione sezioni rotatoria via Edison	39
Figura 46 – grafo di rete in ambiente Aimsun	42
Figura 47 – Soluzione progettuale	42
Figura 48 – Schema funzionale oggetto di analisi	43
Figura 49 – Soluzione progettuale – Istantanea ad inizio simulazione	45
Figura 50 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 5 minuti di simulazione	46
Figura 51 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione	46
Figura 52 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 15 minuti di simulazione	46
Figura 53 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione	46
Figura 54 Soluzione progettuale – Istantanea dopo 25 minuti di simulazione	46
Figura 55 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione	46
Figura 56 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 35 minuti di simulazione	47
Figura 57 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione	47
Figura 58 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 45 minuti di simulazione	47
Figura 59 - Soluzione progettuale - Istantanea dopo 50 minuti di simulazione	47
Figura 60 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 55 minuti di simulazione	47
Figura 61 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 60 minuti di simulazione	47
Figura 62 – Schema funzionale oggetto di analisi	49
Figura 63 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 15 minuti di simulazione	50
Figura 64 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 30 minuti di simulazione	51
Figura 65 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 45 minuti di simulazione	51
Figura 66 – Raffronto scenari– Istantanea dopo 60 minuti di simulazione	52
Figura 67 – Nuova immissione rampa A52 da ovest verso la SS36 dir nord	52
Figura 68 – Scenario di progetto: valori del perditempo medio veicolare – HPS	53
Figura 69 – Scenario di progetto: valori della velocità media veicolare – HPS	53
Figura 70 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 10 minuti di simulazione	53
Figura 71 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 20 minuti di simulazione	53
Figura 72 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 30 minuti di simulazione	54
Figura 73 - Soluzione progettuale – Istantanea dopo 40 minuti di simulazione	54
Figura 74 - Soluzione progettuale - Istantanea dopo 50 minuti di simulazione	54
Figura 75 - Soluzione progettuale - Istantanea dopo 60 minuti di simulazione	54
Figura 76 – Area di studio	56
Figura 77 – Soluzione progettuale	58
Figura 78 – Flussogramma Scenario attuale – Punta del mattino	61
Figura 79 – Flussogramma Scenario attuale – Punta della sera	62
Figura 80 – Flussogramma Scenario di riferimento – Punta della mattina	63
Figura 81 – Flussogramma Scenario di riferimento – Punta della sera	64

Figura 82 – Flussogramma Scenario di intervento soluzione progettuale \_\_\_\_\_ 65

## 9.2 INDICE DELLE TABELLE

Tabella 01 - Assi viari oggetto di monitoraggio del traffico _____	11
Tabella 02 -- TGM barriera Milano est _____	12
Tabella 03 -- TGM barriera Monza _____	12
Tabella 04 -- Sintesi TGM _____	13
Tabella 05 – Classificazione funzionale della rete stradale _____	14
Tabella 06 – Riepilogo della stima del traffico indotto – Ora di punta della sera venerdì _____	24
Tabella 07 - Risultati dello shift modale (numero di spostamenti/giorno) _____	25
Tabella 08 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe di immissione– scenario riferimento _____	28
Tabella 09 - Campi di variabilità degli elementi geometrici nella procedura di calcolo Girabase _____	39
Tabella 10 – Rotatoria 1 – geometria rotatoria _____	39
Tabella 11 – Rotatoria 1 – geometria innesti _____	39
Tabella 12 – Rotatoria 1 – matrice dei flussi _____	39
Tabella 13 – Rotatoria 1 – risultati verifiche _____	39
Tabella 14 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe – scenario progettuale _____	43
Tabella 15 – Stima del perditempo medio veicolare sulle zone di scambio– scenario progettuale _____	43
Tabella 16 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe di immissione– scenario riferimento _____	49
Tabella 17 – Stima del perditempo medio veicolare sulle rampe di immissione – scenario progettuale _____	49
Tabella 18 – Raffronto perditempo rilevato sulle rampe e sulle zone di scambio _____	55
Tabella 19 – Raffronto accodamento medio e massimo rilevato sulle rampe e sulle zone di scambio _____	55
Tabella 20 – Stima del LOS _____	55
Tabella 21 – Stima del LOS confronto progetto sottoposto a VIA – soluzione progettuale Verifica di assoggettabilità a VIA _____	56

## 9.3 INDICE DEI GRAFICI

Grafico 01 – Barriera Sesto San Giovanni A52 – direzione nord _____	13
Grafico 02 – Barriera Sesto San Giovanni A52 – direzione sud _____	13
Grafico 03 – Andamento delle funzioni di costo BPR _____	15
Grafico 04 – Scattergram rete area di studio – Punta mattutina _____	17
Grafico 05 – Scattergram rete area di studio – Punta serale _____	17
Grafico 06 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle rampe di immissione– scenario di riferimento _____	28
Grafico 07 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle zone di scambio– scenario progettuale _____	43
Grafico 08 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle zone di scambio– scenario progettuale _____	44
Grafico 09 – Andamento accodamento Rampa A – scenario progettuale _____	44
Grafico 10 – Andamento accodamento Rampa B – scenario progettuale _____	44
Grafico 11 – Andamento accodamento Rampa C – scenario progettuale _____	44
Grafico 12 – Andamento accodamento zona di scambio 1 – scenario progettuale _____	45
Grafico 13 – Andamento accodamento zona di scambio 2 – scenario progettuale _____	45
Grafico 14 – Andamento accodamento zona di scambio 3 – scenario progettuale _____	45
Grafico 15 – Perditempo medio veicolare Rampa A – scenario di riferimento _____	48

Grafico 16 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulla Rampa A– scenario di riferimento \_\_\_\_\_ 48

Grafico 17 - Andamento accodamento Rampa A– scenario di riferimento \_\_\_\_\_ 48

Grafico 18 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle rampe di immissione– scenario di riferimento \_\_\_\_\_ 49

Grafico 19 - Stima dell'accodamento medio e massimo sulle rampe di immissione– scenario progettuale \_\_\_\_\_ 50