

**Foster + Partners**

Architettura Engineering  
Belvedere Inzaghi & Partners  
GAE Engineering  
Maserassociati Jones Lang Lasalle  
J+S  
Makno  
Manens-Tifs

Milan Ingegneria  
Museo della Scienza e della  
Tecnologia Leonardo da Vinci  
Sigest  
Studio Architettura Urbanistica  
Paolo Pomodoro  
Studio Tecnico Emanuele Morelli  
Systematica

Proprietà

**Milano Santa Giulia S.p.A.**  
**Esselunga S.p.A.**

**Comune di Milano**  
**PII Montecity - Rogoredo**  
**Proposta definitiva**  
**di variante**

Progettista

Studio viabilistico

cod. Aconex

XXX-XXX-XXX-XXX-XXXXX

scala

1:XXXX

data

Aprile 2020

disegnatore

SY

numerazione

PR58A

num. provenienza

18P0084g

revisione

00

## Indice

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>APPROCCIO METODOLOGICO.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>3</b> | <b>ANALISI DELLO STATO DI FATTO .....</b>   | <b>10</b> |
| 3.1      | PREMESSA .....  | 10        |
| 3.2      | CAMPAGNA DI INDAGINE DEL TRAFFICO URBANO – MARZO 2018.....                                    | 10        |
| 3.2.1    | Rilievi manuali – venerdì - ora di punta del mattino .....                                    | 12        |
| 3.2.2    | Rilievi manuali – venerdì ora di punta della sera .....                                       | 12        |
| 3.2.3    | Rilievi automatici – Profilo settimanale .....  | 13        |
| 3.3      | DATI STORICI FORNITI DA AMAT .....  | 18        |
| <b>4</b> | <b>IL PROGETTO DI MOBILITÀ .....</b>  | <b>20</b> |
| 4.1      | PREMESSA .....  | 20        |
| 4.2      | SISTEMA VIABILISTICO.....   | 20        |
| 4.3      | SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO E SERVIZI AGGIUNTIVI .....                                      | 23        |
| 4.4      | RETE CICLOPEDONALE .....  | 25        |
| <b>5</b> | <b>STIMA DELLA DOMANDA GENERATA E ATTRATTA .....</b>  | <b>28</b> |
| 5.1      | PREMESSA .....  | 28        |
| 5.2      | RESIDENZIALE E TERZIARIO .....  | 30        |
| 5.3      | RICETTIVO .....   | 31        |
| 5.4      | COMMERCIO.....  | 32        |
| 5.5      | ARENA.....  | 33        |
| 5.5.1    | Premessa .....  | 33        |
| 5.5.2    | Indagini Forum di Assago 2017 .....   | 34        |
| 5.5.3    | Serie storica dati ATM.....   | 36        |
| 5.5.4    | Indagini Forum di Assago 2019 .....   | 36        |
| 5.5.5    | Scenario Arena – Orizzonte Temporale di Progetto .....  | 38        |
| 5.5.6    | Sistema di sosta remota – Quota dell'utenza di interscambio gomma-ferro.....                  | 39        |
| 5.5.7    | Riepilogo scenario mobilità Arena.....  | 49        |
| 5.5.8    | Preliminare dimensionamento del Servizio Tram Navetta .....                                   | 52        |
| 5.6      | STIMA DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ DEL PROGETTO MONTECITY – SINTESI.....                         | 54        |
| 5.7      | STIMA DELLA DOMANDA INDOTTA DAGLI INTERVENTI URBANISTICI LIMITROFI.....                       | 57        |
| <b>6</b> | <b>VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SOSTA .....</b>                                | <b>59</b> |
| 6.1      | STIMA DEL FABBISOGNO DI SOSTA DISTRETTO COMMERCIALE E ARENA.....                              | 60        |
| 6.2      | VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DELL'OFFERTA DI SOSTA PER IL DISTRETTO COMMERCIALE E ARENA ..... | 64        |
| 6.3      | STIMA DEL FABBISOGNO DI SOSTA PER I VISITATORI DELLE FUNZIONI PRIVATE.....                    | 64        |
| 6.4      | VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DELLA SOSTA DESTINATA AI VISITATORI DELLE FUNZIONI PRIVATE ..... | 68        |
| 6.1      | STIMA DEL FABBISOGNO DI SOSTA PER LE FUZIONI PRIVATE INSEDIATE NELLA AREA SUD .....           | 69        |
| <b>7</b> | <b>ANALISI MODELLISTICA AD AREA VASTA.....</b>  | <b>72</b> |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| 7.1  | PREMESSA METODOLOGICA .....  | 72         |
| 7.1.1  | Introduzione.....  | 72         |
| 7.1.2  | Il software di simulazione CUBE .....  | 72         |
| 7.1.3  | Il modello di traffico d'area vasta .....                                    | 73         |
| 7.1.4  | Il modello di sottorete.....   | 74         |
| 7.1.5  | Scenario stato di fatto .....  | 76         |
| 7.1.6  | Scenario di riferimento.....   | 82         |
| 7.1.7  | Scenario di Progetto.....  | 88         |
| 7.2  | ANALISI DELLE RISULTANZE MODELLISTICHE A MACRO SCALA .....                   | 94         |
| <b>8</b>   | <b>ANALISI MODELLISTICA A SCALA LOCALE .....</b>                             | <b>96</b>  |
| 8.1  | PREMESSA METODOLOGICA .....  | 96         |
| 8.2  | DESCRIZIONE DEL SOFTWARE PARAMICS DISCOVERY® .....                           | 98         |
| 8.3  | APPROCCIO METODOLOGICO .....   | 99         |
| 8.4  | ELEMENTI DI OTTIMIZZAZIONE DELL'IMPIANTO VIARIO PROPOSTO .....               | 101        |
| 8.4.1  | Svincolo di via Mecenate.....  | 101        |
| 8.4.2  | L'intersezione semaforizzata Mecenate/Ungheria .....                         | 102        |
| 8.4.3  | L'intersezione semaforizzata sulla nuova via Bonfadini.....                  | 103        |
| 8.5  | SCENARIO DI SIMULAZIONE FASCIA POMERIDIANA – ARENA IN .....                  | 104        |
| 8.5.1  | Analisi delle intersezioni lungo via Manzù .....                             | 110        |
| 8.6  | SCENARIO DI SIMULAZIONE FASCIA SERALE – ARENA OUT .....                      | 115        |
| 8.7  | SCENARIO DEL SABATO POMERIGGIO.....  | 120        |
| 8.7.1  | Introduzione.....  | 120        |
| 8.7.2  | Campagna di indagine .....   | 121        |
| 8.7.3  | Scenario dello Stato di Fatto.....   | 122        |
| 8.7.4  | Stima della domanda indotta.....   | 125        |
| 8.7.5  | Scenario di Progetto.....  | 127        |
| <b>9</b>   | <b>SCENARIO OLIMPICO .....</b>   | <b>132</b> |
| 9.1  | DOMANDA DI MOBILITÀ .....  | 132        |
| 9.2  | RISULTANZE MODELLISTICHE AD AREA VASTA .....                                 | 133        |
| 9.3  | RISULTANZE MODELLISTICHE A SCALA LOCALE.....                                 | 139        |
| 9.3.1  | Scenario Olimpico Arena IN.....  | 139        |
| 9.3.2  | Scenario Olimpico Arena OUT.....   | 141        |
| <b>10</b>  | <b>APPROFONDIMENTI ANALITICI – SIMULAZIONI STATICHE DEI NODI.....</b>        | <b>143</b> |
| 10.1   | PREMESSA .....   | 143        |
| 10.2   | VERIFICHE DI CAPACITÀ STATICA DELLE ROTATORIE DI PROGETTO.....               | 145        |
| 10.3   | VERIFICHE DI CAPACITÀ STATICA DELLE INTERSEZIONI SULLA PAULLESE (SAN DONATO) | 154        |
| <b>11</b>  | <b>VALUTAZIONI CONCLUSIVE .....</b>  | <b>168</b> |
| ALLEGATO 1   RILIEVI DEL TRAFFICO VEICOLARE - MARZO 2018                     |  |            |
| ALLEGATO 2   PIANI SEMAFORICI DI PROGETTO                                    |  |            |
| ALLEGATO 3   CAMPAGNA DI INDAGINE PRESSO IL FORUM DI ASSAGO - GIUGNO 2019    |  |            |
| ALLEGATO 4   CAMPAGNA DI RILIEVO VEICOLARE LUNGO LA SP EX SS 415 (PAULLESE). |  |            |

ALLEGATO 5 | RISULTANZE MACROSIMULAZIONE – FLUSSOGRAMMI E FLUSSO/CAPACITÀ

ALLEGATO 6 | RISULTANZE MICROSIMULAZIONE- FLUSSOGRAMMI

ALLEGATO 7 | RISULTANZE MICROSIMULAZIONE – ANALISI DELLE CODE



# 1 Premessa

Il presente documento illustra nel dettaglio l'approfondimento analitico nel campo della pianificazione e progettazione dei sistemi di mobilità che è stato sviluppato in relazione al processo di aggiornamento della variante al PII del progetto di riqualificazione urbana "Montecity Rogoredo" di Milano, aggiornamento richiesto dall'Amministrazione Comunale in data 17/01/2018 al termine della Conferenza di Valutazione del Documento di Scoping della procedura di Valutazione Ambientale Strategica inerente la proposta preliminare di Variante depositata il 22/01/2014.

L'area è stata oggetto di numerosi studi e valutazioni nel campo della ingegneria dei trasporti; le linee di indirizzo progettuali, individuate in sede di presentazione del PII originale, sono state aggiornate e modificate con l'avanzare di definizione della proposta di variante, fino all'attuale aggiornamento del progetto di intervento.

Il presente studio trasportistico accoglie dunque tutte le modifiche funzionali previste nella nuova proposta così come le diverse osservazioni pervenute dagli enti e organi competenti in materia di mobilità individuando una soluzione progettuale in grado di garantire un impatto sostenibile in termini di mobilità nel quadrante urbano di riferimento.

L'approccio metodologico adottato è tale da considerare tutte le categorie di utenza, con particolare attenzione analitica all'impatto indotto dalla domanda di traffico veicolare relazionata con le funzioni insediate, senza tralasciare la definizione di una accurata strategia pedonale e la valorizzazione degli interventi sulla rete di trasporto pubblico comunale che accompagnano la riqualificazione dell'area.

Lo studio di impatto veicolare si basa sull'interrogazione di specifici modelli di traffico sia ad area vasta, sia alla scala di Masterplan tramite modelli statici e dinamici, come ampiamente descritto nei paragrafi a seguire, fino ad arrivare ad analisi statiche di dettaglio su singoli nodi.

## 2 Approccio metodologico

L'area di intervento prevede la realizzazione di oltre 400.000 mq di SI, articolati in differenti destinazioni d'uso, in maggior parte destinati alla residenza (oltre 200.000 mq), ma anche al terziario e al commercio, a cui si aggiungono importanti polarità di interesse pubblico quali il Museo per Bambini e l'Arena.

Riguardo questa ultima attrezzatura, i più recenti aggiornamenti progettuali prevedono la realizzazione di una struttura che può accogliere eventi da 12.000 spettatori seduti fino ad arrivare ad un massimo di 16.000, negli eventi, quali ad esempio i concerti musicali, in cui è permesso agli spettatori di occupare parte della platea.

L'evento di picco da 16.000 spettatori è quello su cui cautelativamente si sono basate le verifiche di impatto viabilistico di seguito presentate.

Tale capienza massima è stata utilizzata anche per le verifiche dello scenario rappresentativo degli eventi previsti per le Olimpiadi 2026, recentemente aggiudicate alle città di Milano e Cortina. Per le simulazioni modellistiche, in maniera del tutto prudente, si è scelto di considerare tale capienza massima anche se presumibilmente non verrà raggiunta nello scenario Olimpico, essendo parte della platea occupata dal campo di gioco dell'hockey su ghiaccio.

Il complesso mix funzionale prevede la realizzazione di un nuovo quartiere che sarà chiamato ad accogliere differenti categorie di utenza che quotidianamente vivranno l'area, gli spazi pubblici e i servizi offerti con esigenze e percezioni differenti. La presenza di grandi attrattori quali l'Arena e le superficie commerciali, in grado di attirare spostamenti di media e lunga percorrenza, non dovrà compromettere la qualità urbana che il progetto si prefigge di garantire ai residenti e agli addetti che fruiranno sistematicamente dell'area.

Lo studio trasportistico ha rappresentato dunque un elemento determinante nella definizione dell'intero Master Plan in quanto ha permesso di mettere in luce, dalle prime fasi di aggiornamento della proposta di variante, le criticità e le potenzialità del sistema in relazione alle differenti opzioni progettuali, indirizzando la progettazione nella soluzione presentata all'interno degli elaborati grafici.

L'approccio metodologico adottato si fonda sull'analisi di tutte le componenti di mobilità, partendo dalla definizione dell'impianto viario inteso come rete di assi destinati al traffico veicolare, al trasporto pubblico, al traffico residenziale, alla pedonalità privilegiata e alla mobilità ciclabile. La funzionalità delle diverse alternative di progetto è stata testata attraverso l'interrogazione di modelli di simulazione del traffico veicolare a più scale di analisi, considerando diversi scenari di domanda.

Da una parte, con il supporto offerto dal Comune di Milano e dalla agenzia per la mobilità AMAT, è stato possibile sviluppare una analisi di impatto a scala urbana e valutare le ricadute indotte dalla presenza della consistente quota di domanda di traffico che il quartiere andrà a richiamare nell'area, attraverso l'interrogazione del modello di macro-simulazione di traffico, in corrispondenza delle ore di punta del giorno medio feriale.

Una apposita campagna di rilievo di traffico veicolare in corrispondenza dei principali nodi di accesso all'area di intervento, unitamente ad una raccolta di dati storici messi a disposizione dal settore Mobilità del Comune, ha permesso di aggiornare e calibrare il modello di traffico nel quadrante di riferimento e sviluppare le analisi relative allo studio di impatto in corrispondenza delle ore di punta del mattino e della sera di un giorno medio feriale.

La definizione dell'estensione dell'area di studio su cui effettuare le analisi di impatto è stata preventivamente concordata con il Settore Mobilità del Comune, in accordo con quanto osservato dal medesimo settore in data 20/11/2015 in merito allo studio viabilistico precedentemente presentato quale allegato del primo aggiornamento della proposta preliminare di variante intervenuto in data 22/04/2015.

Si sottolinea inoltre che, in fase di definizione dello Scenario di Riferimento su cui effettuare le valutazioni di impatto indotto dalla realizzazione della variante di PII, è stato condiviso con gli Enti Competenti di considerare la realizzazione del secondo lotto della Paullese come previsto dal PII vigente ma nella

configurazione progettuale, verificata dal PUMS di Milano, a una sola corsia per senso di marcia. Il ridisegno dell'opera ha comportato un conseguente intervento di adeguamento del Lotto 1, come evidenziato negli elaborati progettuali allegati alla proposta di Variante.

In parallelo allo studio di impatto a scala macro, è stata sviluppata una analisi di dettaglio della rete viabilistica di progetto attraverso l'implementazione di un modello di microsimulazione dinamica di traffico atta a riprodurre la rete stradale di progetto, definendo nel dettaglio le diverse categorie stradali e le rispettive geometrie, gli accessi ai parcheggi, la gestione delle intersezioni e le limitazioni al traffico ipotizzate.

Il codice di micro simulazione utilizzato Paramics Discovery® è in grado di modellizzare le componenti individuali del traffico veicolare ad un livello di disaggregazione tale da poter replicare con assoluta fedeltà e realismo il comportamento di ogni singolo veicolo, in funzione di specifici attributi cinematici e comportamentali. Lo strumento è stato dunque utilizzato quale elemento di supporto alla progettazione in quanto in grado di fornire ex ante indicazioni circa la funzionalità trasportistica delle diverse opzioni progettuali investigate.

L'esecuzione di una estesa campagna di rilievo di traffico, eseguita nel mese di Marzo 2018, ha permesso di integrare i dati di domanda estratti dal modello di traffico a scala macro e analizzare nel dettaglio l'impatto viabilistico in corrispondenza di una più ampia finestra temporale, offrendo la possibilità di valutare la funzionalità trasportistica della rete infrastrutturale di progetto in corrispondenza dei due scenari di domanda più critici.

- **Scenario Arena IN Feriale** – Scenario di simulazione che riproduce le condizioni viabilistiche corrispondenti alla sera del venerdì in cui, ad una consistente pressione veicolare relativa alla mobilità cittadina, si va ad aggiungere una elevata domanda di traffico relazionata con le funzioni commerciali e l'affluenza dei primi utenti dell'Arena in occasione di un evento serale, periodo di simulazione nell'intervallo **17:30 – 20:00**.
- **Scenario Arena OUT Feriale** - Scenario di simulazione che riproduce le condizioni viabilistiche corrispondenti alla finestra di punta di uscita degli utenti dall'Arena, finestra temporale tra le **22:00 e le 00:30**.

Data la presenza del distretto commerciale, in accordo con la normativa vigente in Regione Lombardia, si è scelto di effettuare nel Febbraio 2019 una nuova campagna di rilievo di traffico, nelle medesime postazioni monitorate durante le indagini di Marzo del 2018, in corrispondenza della fascia di punta pomeridiana del sabato.

I dati raccolti hanno permesso di sviluppare tramite microsimulazione i seguenti ulteriori scenari, mirati a valutare il dimensionamento delle opere viabilistiche di progetto, in corrispondenza della finestra di massima affluenza alle funzioni commerciali.

- **Scenario Stato di Fatto Sabato PM** - Scenario di simulazione che riproduce le condizioni viabilistiche corrispondenti al periodo 16:30 -19:00 del sabato osservate allo stato attuale.
- **Scenario di Progetto Sabato PM** – Scenario di progetto riferito al periodo 16:30-19:00 in cui si considera l'indotto veicolare relativo al comparto commerciale stimato secondo i parametri espressi dalla normativa e un ipotetico evento di massima affluenza all'Arena con inizio alle ore 21:00.

In ultimo, prevedendo l'utilizzo dell'Arena per le Olimpiadi del 2026, si è verificata inoltre la sostenibilità trasportistica dello scenario denominato “**Scenario Olimpico**”, che corrisponde a uno scenario di parziale realizzazione del PII e, dunque, del sistema viabilistico di progetto così come illustrato nel cronoprogramma di progetto della proposta di Variante.

Di seguito si descrivono nel dettaglio tutte le attività analitiche in cui si compone lo studio trasportistico condotto, partendo dalla descrizione della campagna di indagine e della raccolta di tutti i dati utili allo sviluppo delle analisi, si descrive dunque l'intervento di progetto dal punto di vista del sistema di trasporto e accessibilità evidenziando le metodologie che ha portato al dimensionamento dei bacini di sosta e alla stima della domanda di traffico in corrispondenza delle finestre di simulazione, per arrivare, infine, a presentare le risultanze relative allo studio di traffico a scala macro e quindi quello a scala locale.

Lo studio si completa anche con analisi a scala di dettaglio del singolo nodo. Infatti, sono state effettuate valutazioni statiche sul Livello di Servizio delle principali intersezioni all'interno dell'area di progetto e di due intersezioni sulla strada Paullese (SP ex SS 415) esterne all'area di analisi a macro scala. L'analisi di dettaglio sui singoli nodi si è resa necessaria per rispondere alle esigenze della Pubblica Amministrazione e dare un riscontro puntuale dei livelli prestazionali delle intersezioni maggiormente interessate dalla ricadute viabilistiche connesse alla realizzazione del Masterplan.

## 3 Analisi dello stato di fatto

### 3.1 Premessa

La conoscenza del contesto infrastrutturale e la comprensione delle dinamiche di mobilità ad esso associato è stato il primo elemento di analisi dello studio condotto.

L'area di progetto si colloca nell'area Sud Est di Milano, esternamente alla linea ferroviaria e al confine con la tangenziale Est di Milano. La presenza di queste due infrastrutture è determinante nel livello di accessibilità dell'area in quanto, da un lato garantisce la possibilità di gravitare su un vasto bacino di utenza, dall'altro concentra inevitabilmente le relazioni di scambio con le zone esterne in determinati nodi viabilistici, quali gli svincoli della tangenziale A51 di Mecenate e Paullo, e gli itinerari stradali quali Via Mecenate e la via Salomone a nord, via Manzù e Futurismo a sud.

La comprensione del quadro infrastrutturale e di domanda esistente risulta essere un elemento determinante nell'individuazione delle strategie di accessibilità da adottare.

Con la realizzazione del PII si andranno a completare le volumetrie previste all'interno dell'accordo di programma dell'intera area di Montecity, che vede oggi il completamento della sola parte meridionale dell'area, a vocazione principalmente terziaria e residenziale.

L'area a Nord, oggetto del presente studio, vedrà la realizzazione di un ampio distretto residenziale ma anche l'introduzione di nuovi elementi funzionali quali un'ampia area commerciale per un totale di 70.000 mq e l'Arena, struttura che si prevede potrà accogliere eventi fino a un massimo di 16.000 spettatori.

Rispetto al progetto di mobilità precedentemente delineato, la procedura urbanistica in corso ha evidenziato la necessità che la Proposta Preliminare di Variante risponda ad alcune lacune progettuali ed analitiche emerse dall'analisi degli elaborati presentati nel 2015, prima fra tutte la necessità di aggiornare i dati di traffico su cui inizialmente erano state sviluppate le analisi viabilistiche.

Lo studio ha dunque previsto l'organizzazione ed esecuzione di una estesa campagna di rilievo del traffico veicolare, basata su conteggi di traffico manuale nella giornata di venerdì così come rilievi di tipo automatico continuativi della durata di una settimana. Le fasce temporali di rilievo sono state definite in base all'individuazione delle finestre più critiche, in termini di domanda di traffico, che le funzioni insediate andranno a produrre.

In occasione della redazione del presente studio il Comune di Milano, attraverso la collaborazione dell'Agenzia AMAT, ha messo a disposizione la propria banca dati fornendo, come descritto in seguito, i dati di traffico delle postazioni di monitoraggio nel quadrante infrastrutturale al contorno.

Come anticipato in premessa, la banca dati a disposizione è stata ulteriormente arricchita nel Febbraio del 2019, andando a rilevare nella giornata di sabato i flussi di traffico transitanti nelle postazioni di conteggio manuale. Si rimanda al Paragrafo 8.7.2 per la descrizione della campagna di monitoraggio, eseguita ai fini delle verifiche di impatto delle funzioni commerciali.

### 3.2 Campagna di indagine del traffico urbano – Marzo 2018

Il mix funzionale proposto dal progetto ha richiesto il monitoraggio delle finestre di punta della mattina e della sera di un venerdì.

Per disporre di un dato più completo e articolato, i rilievi sono stati effettuati per un periodo superiore all'ora; in particolare, i conteggi della mattina si sono svolti per 1,5 ore (dalle 07:30 alle 09:00), mentre i conteggi della sera si sono svolti in una finestra temporale più ampia (2,5 ore dalle 17:30 alle 20:00). Tale scelta è stata dettata dalla necessità non solo di individuare nelle due finestre temporali l'ora di picco della

rete, ma anche di poter disporre di un dato completo circa l'andamento del profilo di traffico insistente nell'area di studio.

In entrambe le finestre temporali monitorate, i flussi raccolti sono stati suddivisi per manovra e tipologia veicolare. I dati sono stati registrati ogni 15 minuti per consentire una corretta profilazione dei flussi e individuare il momento di picco all'interno dell'intervallo di tempo monitorato.

Le intersezioni monitorate sono state scelte tra quelle più rilevanti presenti nell'intorno dell'area di realizzazione del progetto. La campagna di indagine manuale si è svolta nella giornata di Venerdì 16 marzo 2018.

Inoltre si è scelto di sviluppare, in concomitanza con i rilievi manuali, una campagna di rilievo tramite strumentazione automatica in specifiche sezioni di via Mecenate e via Bonfadini, continuativamente per una settimana, da venerdì 16 marzo 2018 a giovedì 22 marzo 2018.

Le immagini a seguire mostrano alcune fotografie scattate durante la campagna di indagine e la mappa con l'individuazione delle postazioni di conteggio manuale monitorate nelle due finestre temporali.



Figura 3.1: Rilievo fotografico effettuato in corrispondenza del rilievo di traffico

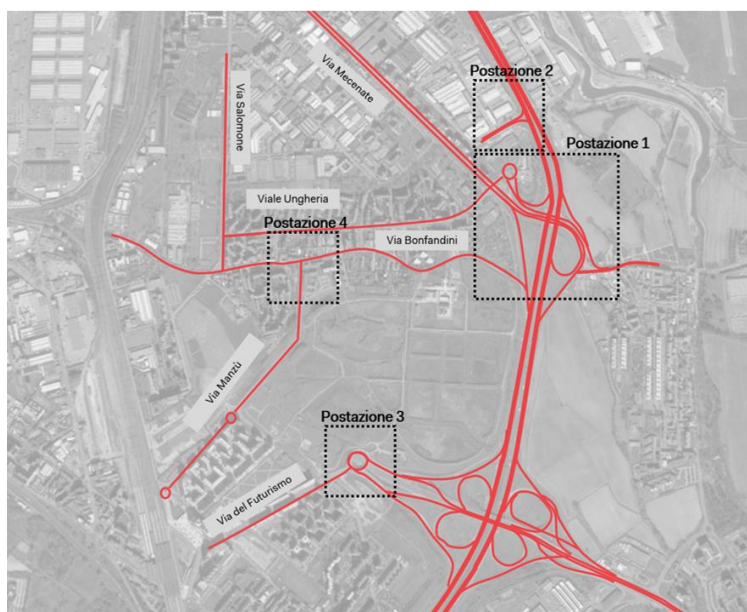


Figura 3.2: Individuazione delle postazioni di rilievo di traffico manuale

**Postazione 1**

svincolo autostradale via Mecenate

**Postazione 2**

svincolo autostradale CAMM

**Postazione 3**

via del Futurismo

**Postazione 4**

incrocio via Bonfadini/via Sordello



In allegato alla presente relazione sono riportate in dettaglio tutte le manovre conteggiate nella campagna di indagine manuale nelle due finestre monitorate. Di seguito si riportano le principali risultanze relative ai due periodi di monitoraggio.

### 3.2.1 Rilievi manuali – venerdì - ora di punta del mattino

L'analisi dei dati della campagna di indagine svolta nella fascia antimeridiana mostra che l'ora di picco si concentra dalle 08:00 alle 09:00, come mostra il grafico a seguire. In tale ora si sono registrati complessivamente 7.292 passaggi veicolari corrispondenti a circa il 71% del totale conteggiato in tutti i 90 minuti di rilievo.

Durante i conteggi si è registrata una percentuale media di mezzi pesanti pari al 5% del traffico totale. Tale percentuale, leggermente maggiore rispetto alla media in ambito urbano, risulta del tutto coerente in relazione alla vicinanza dell'area CAMM e della prossimità della Tangenziale Est.

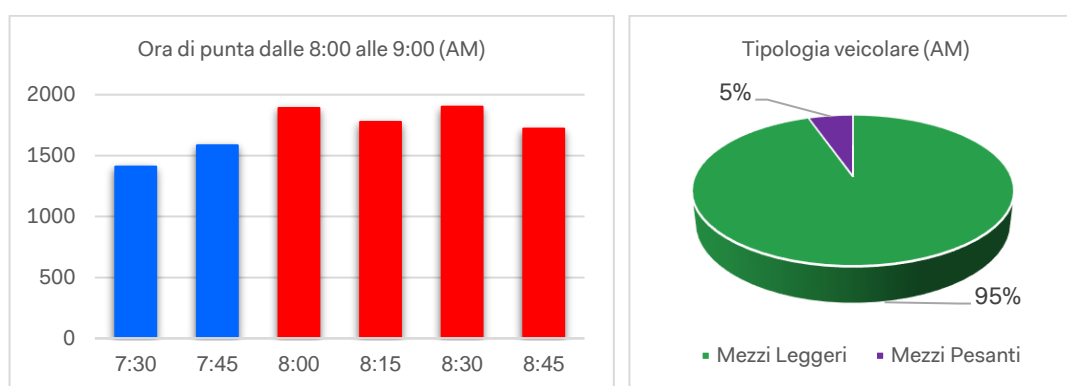


Figura 3.3: Rilievo manuale AM: individuazione dell'ora di punta e della composizione veicolare

In occasione della campagna veicolare è stato sviluppato un sopralluogo finalizzato al rilievo dell'offerta infrastrutturale esistente con particolare attenzione alla gestione delle intersezioni. Si è osservato quanto il traffico in arrivo sul nodo di via Mecenate sia fortemente influenzato dalle condizioni viabilistiche della Tangenziale Est; in particolare, il profilo di arrivo dei veicoli all'intersezione semaforizzata è fortemente influenzato dal deflusso autostradale alternando momenti di pressione veicolare a momenti di morbida.

Si è osservato inoltre come via Bonfadini, soprattutto nella finestra antimeridiana, rappresenti un'alternativa di percorso per i flussi veicolari diretti verso la Tangenziale Est, flussi che vedono in questo itinerario un costo di viaggio minore rispetto al passaggio dall'intersezione semaforizzata di via Mecenate.

Con la realizzazione della Variante di PII, si prevede che la realizzazione del Secondo Lotto della Paullese contribuirà ad alleggerire la via Bonfadini rispetto alle componenti di traffico di attraversamento, andando a creare un nuovo itinerario di collegamento diretto con la viabilità primaria e restituendo a via Bonfadini il ruolo di strada locale.

### 3.2.2 Rilievi manuali – venerdì ora di punta della sera

Analogamente a quanto fatto per la finestra antimeridiana, anche per la fascia serale si è valutata l'ora di picco, che risulta essere compresa tra le 17:30 e le 18:30. In tale intervallo si sono conteggiati 6.612 passaggi veicolari corrispondenti a circa il 47% del totale nelle 2,5 ore.

La composizione veicolare, come mostra il grafico a seguire, risulta del tutto analoga a quella rilevata nella mattina.

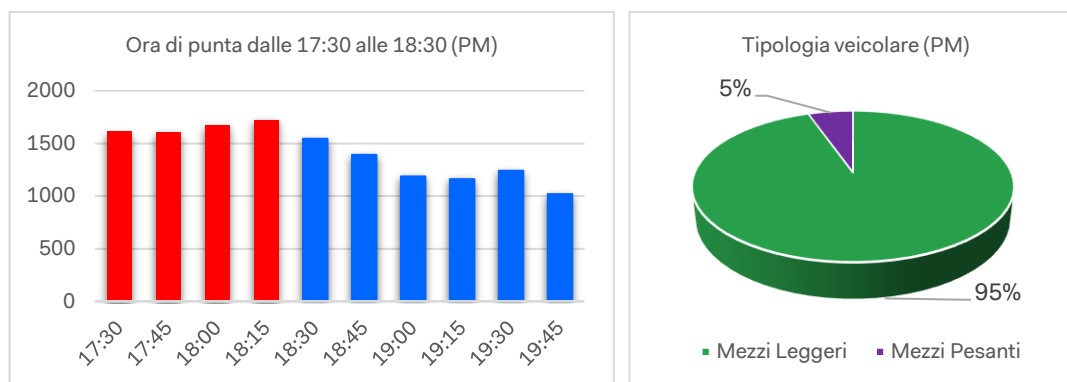


Figura 3.4: Rilievo manuale PM: individuazione dell'ora di punta e della composizione veicolare

Anche in questo periodo non si presentano particolari condizioni di criticità rispetto alle manovre monitorate. La pressione veicolare all'intersezione su via Mecenate è leggermente maggiore rispetto all'ora di punta mattutina. L'impianto semaforico, nonostante la complessità delle manovre che è chiamato a gestire, riesce a smaltire i flussi sia di relazione con la A51 che quelli più urbani di relazione con il quartiere di Ponte Lambro, registrando temporanei accodamenti su via Mecenate in direzione tangenziale.

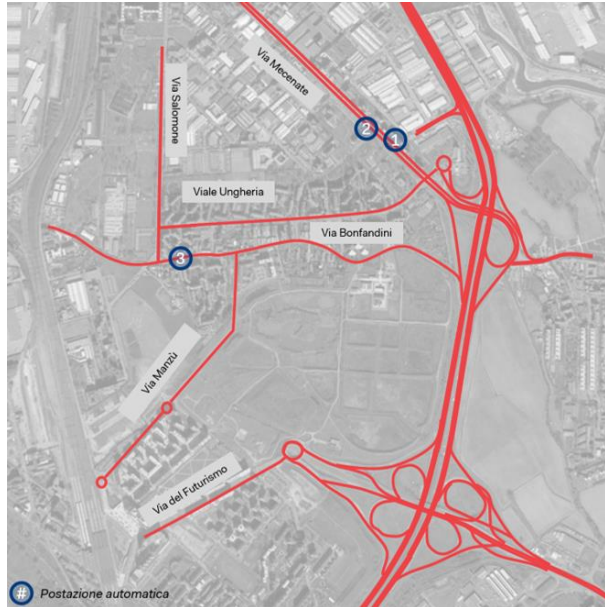
### 3.2.3 Rilievi automatici – Profilo settimanale

Dovendo valutare l'impatto indotto dalla domanda di traffico relazionata con le funzioni commerciali e con Arena si è ritenuto fondamentale disporre di dati rilevati da postazioni automatiche in grado di monitorare i flussi di traffico disaggregati per tipologia veicolare, in maniera continuativa per una settimana.

Il dato così raccolto consente di comprendere l'incidenza dell'ora di punta nella finestra giornaliera e l'andamento settimanale del traffico, con particolare attenzione ai giorni di Sabato e Domenica, quando la quota di spostamenti sistematici è minima ma si presentano picchi di accesso alle attività commerciali.

Per questo motivo, in parallelo alla realizzazione della campagna di indagine manuale, si è sviluppata una campagna di rilievo automatico nelle sezioni di Via Mecenate e Via Bonfadini per una settimana, da venerdì 16 marzo a giovedì 22 marzo 2018. I tratti stradali oggetto del rilievo settimanale sono evidenziati nell'immagine seguente.





### Sezioni di rilievo automatico

#### Radar 1

Via Mecenate direzione centro città

#### Radar 2

Via Mecenate direzione tangenziale Est

#### Radar 3

Via Bonfadini (tra via Salomone e via Giraud) in entrambe le direzioni

Figura 3.5: Localizzazione delle postazioni di rilievo automatico

Analizzando i dati che emergono dal rilievo automatico è stato possibile ricostruire l'andamento settimanale dei flussi veicolari nella zona oggetto di analisi, evidenziare le ore di punta nelle giornate analizzate e ripartire i veicoli nelle seguenti quattro tipologie: autovetture, mezzi commerciali, mezzi pesanti e motocicli.

A seguire si riportano i grafici e i profili corrispondenti ai rilievi automatici realizzati nelle sezioni di Via Mecenate, sia per la direzione verso il centro città che per la direzione verso la Tangenziale Est.

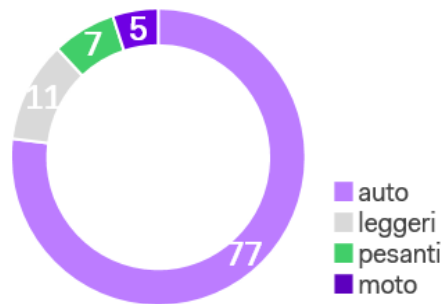


Figura 3.6: Composizione veicolare media settimanale registrata su via Mecenate in entrambe le direzioni di marcia

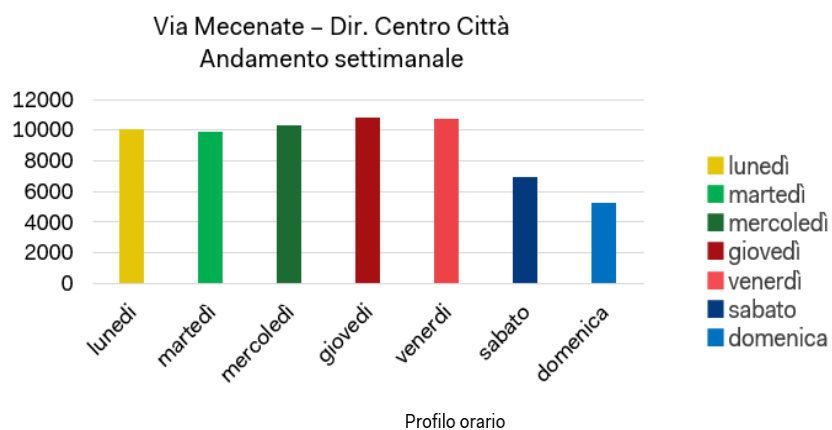


Figura 3.7: Via Mecenate direzione centro: andamento del grafico settimanale e giornaliero- marzo 2018

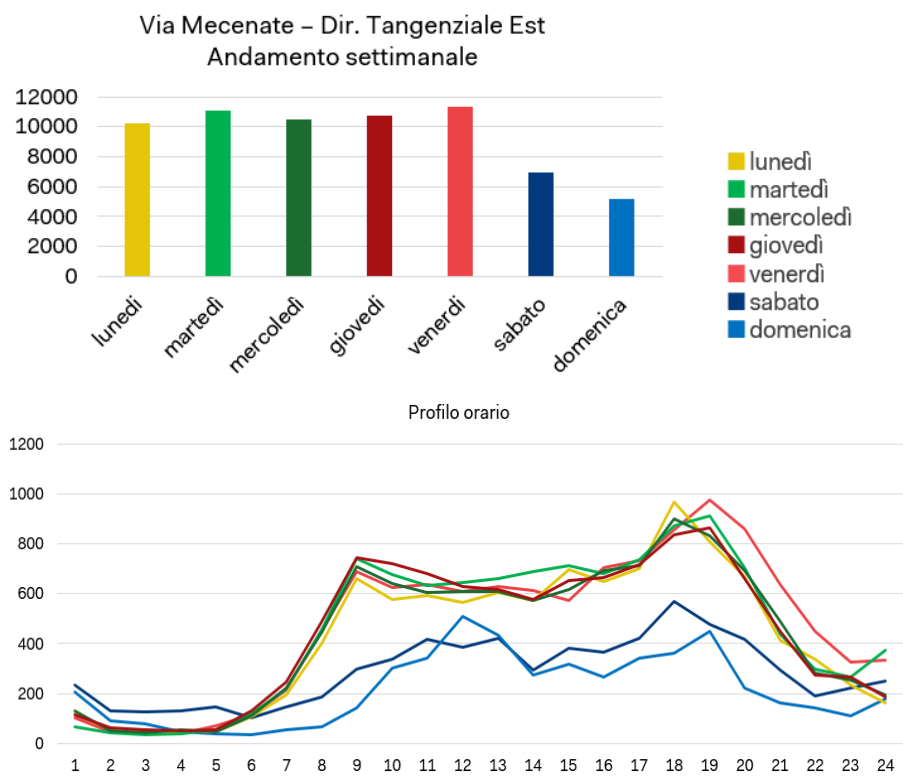


Figura 3.8: Via Mecenate direzione tangenziale: andamento del grafico settimanale e giornaliero- marzo 2018

Come era prevedibile, l'andamento del traffico settimanale presenta, per tutte e due le direzioni analizzate, andamento analogo nei giorni compresi tra lunedì e venerdì. Si osserva che i dati di traffico rilevati nella finestra di punta del pomeriggio di Venerdì rappresentano il picco massimo dei dati rilevati nell'intera settimana evidenziando, soprattutto in direzione Tangenziale, uno scostamento del dato nelle ore successive alla punta serale.

Tale fenomeno è riconducibile al fatto che nella fascia serale di venerdì agli spostamenti sistematici di relazione con la Tangenziale si va ad aggiungere una quota di spostamenti tipici dei giorni prefestivi.

Analizzando i dati nello specifico si osserva che, in direzione Milano centro, la giornata infrasettimanale di maggiore traffico risulta essere il giovedì con un aumento del traffico di circa il 4% rispetto al valore medio feriale e di circa l'8% rispetto al giorno in cui si è registrato il minor numero di passaggi veicolari (martedì).

Nei giorni del fine settimana, invece, il traffico subisce un decremento pari a circa il 33% il Sabato e a circa il 49% la domenica; i valori sono calcolati rispetto al giorno medio feriale. Il profilo giornaliero è molto più distribuito nella giornata presentando picchi intorno alle 12:00 e alle 17:00.

In direzione opposta si registra generalmente lo stesso andamento, ma la giornata infrasettimanale con più traffico risulta essere il venerdì e quella con minor traffico il lunedì. L'aumento del traffico nella giornata di venerdì è pari a circa il 5% rispetto al valore medio feriale e a circa il 10% del lunedì.

La diminuzione dei passaggi veicolari nelle giornate del fine settimana si attesta su valori analoghi rispetto a quelli della direzione opposta: sabato -35% e domenica -52% rispetto al valore medio del giorno feriale.

Analogamente a quanto fatto per la sezione di via Mecenate, si riportano di seguito i grafici e le analisi effettuate a partire dai dati dei rilievi automatici realizzati nelle sezioni di via Bonfadini, sia per la direzione Zama/Rogoredo che per la direzione Tangenziale Est.

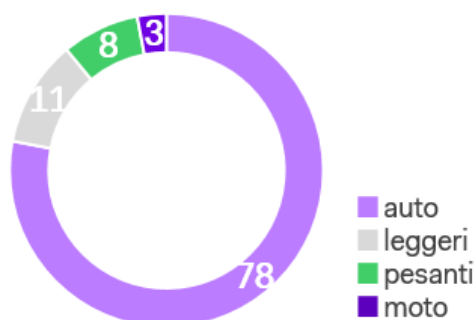


Figura 3.9: Composizione veicolare media settimanale registrata su via Bonfadini in entrambe le direzioni di marcia

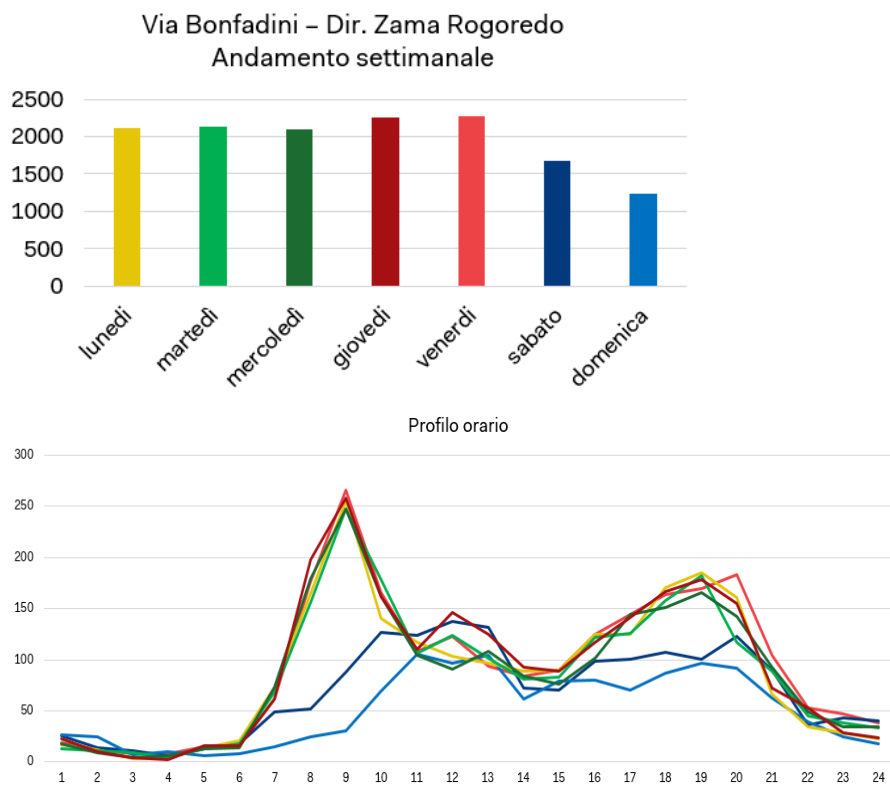


Figura 3.10: Via Bonfadini direzione via Zama: andamento del grafico settimanale e giornaliero - marzo 2018

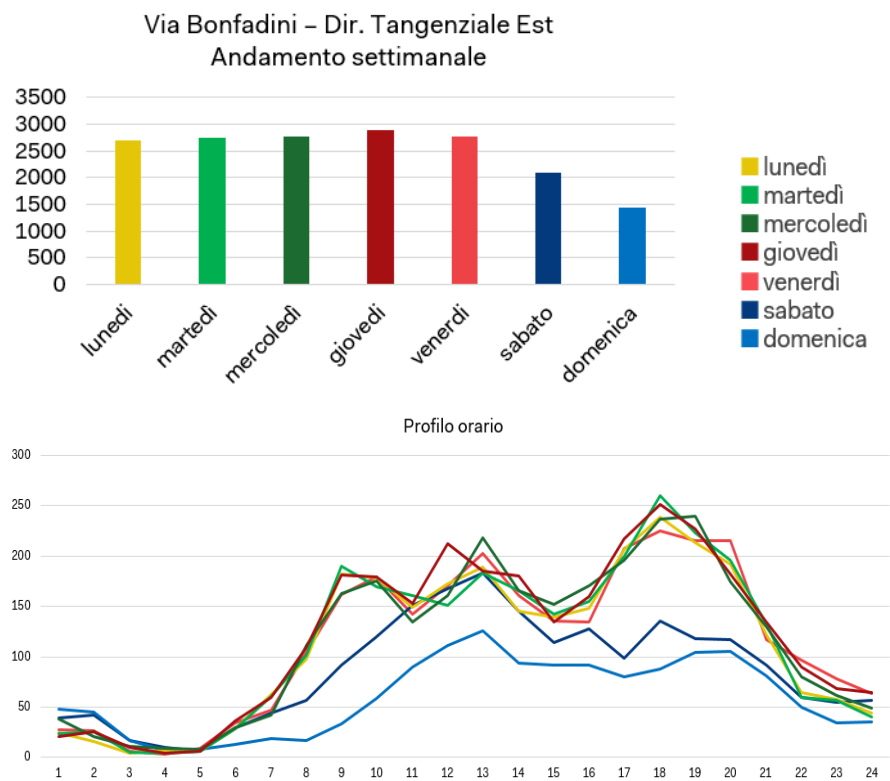


Figura 3.11: Via Bonfadini direzione Tangenziale: andamento del grafico settimanale e giornaliero - marzo 2018

Anche le analisi dei dati registrati in questa sezione mostrano, in entrambe le direzioni analizzate, un traffico pressoché costante nei giorni compresi tra lunedì e venerdì.

In particolare, in direzione Zama la giornata infrasettimanale di maggiore traffico risulta essere il venerdì con un aumento del traffico di circa il 5% rispetto al valore medio feriale e di circa l'8% rispetto al giorno in cui si è registrato il minor numero di passaggi veicolari (mercoledì).

Nei giorni del fine settimana, invece, il traffico subisce un decremento pari a circa il 23% il Sabato e a circa il 43% la Domenica; i valori sono calcolati rispetto al giorno medio feriale.

In direzione opposta si registra generalmente lo stesso andamento, ma la giornata infrasettimanale con più traffico risulta essere il giovedì e quella con minor traffico il lunedì. L'aumento del traffico nella giornata di giovedì è pari a circa il 4% rispetto al valore medio feriale e a circa il 7% del lunedì. La diminuzione dei passaggi veicolari nelle giornate del fine settimana si attesta su valori analoghi rispetto a quelli della direzione opposta: sabato -25% e domenica -48% rispetto al valore medio del giorno feriale.

### 3.3 Dati storici forniti da AMAT

A completamento della banca dati sopra descritta, AMAT ha fornito i dati storici disponibili nelle proprie sezioni di conteggio posizionate all'interno del quadrante urbano di studio. Tutte le sezioni di rilievo della campagna 2018 e i dati forniti da AMAT relativi alle ore di punta sono stati utilizzati, come meglio specificato in seguito, per la calibrazione del modello di traffico.

Di seguito si riporta l'immagine con la localizzazione delle sezioni di interesse e il corrispondente valore rilevato nella punta AM e nella punta PM disaggregato per veicoli leggeri (LV in Tabella) e veicoli pesanti (HV in Tabella).

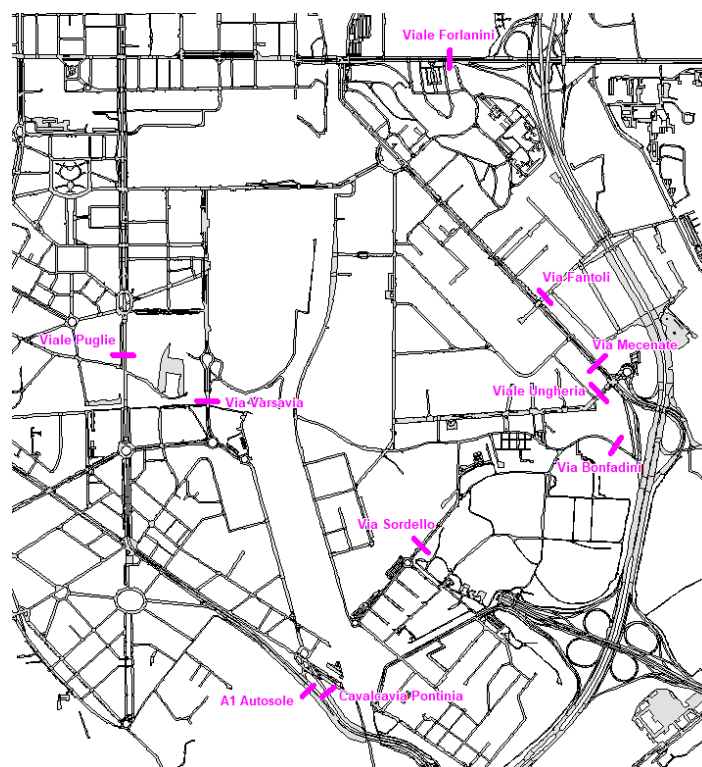


Figura 3.12: Individuazione delle sezioni di monitoraggio del traffico del comune di Milano (Fonte AMAT)

Facendo riferimento all'immagine precedente, si sottolinea che i dati storici delle sezioni di via Mecenate e di via Bonfadini non sono stati utilizzati in quanto, come descritto precedentemente, sono stati raccolti in sede di redazione del presente studio.

|                                       |       |      |                            |       |      |
|---------------------------------------|-------|------|----------------------------|-------|------|
| Cavalcavia Pontinia<br>Dir. Centro    | LV_AM | 1077 | Via Puglie Dir. Sud        | LV_AM | 1726 |
|                                       | HV_AM | 3    |                            | HV_AM | 8    |
|                                       | LV_PM | 869  |                            | LV_PM | 1633 |
|                                       | HV_PM | 3    |                            | HV_PM | 0    |
| Cavalcavia Pontinia<br>Dir. Periferia | LV_AM | 871  | Via Puglie Dir. Nord       | LV_AM | 988  |
|                                       | HV_AM | 11   |                            | HV_AM | 0    |
|                                       | LV_PM | 783  |                            | LV_PM | 1230 |
|                                       | HV_PM | 8    |                            | HV_PM | 0    |
| Via Sordello Dir. Sud                 | LV_AM | 159  | Via Fantoli Dir. Centro    | LV_AM | 738  |
|                                       | HV_AM | 14   |                            | HV_AM | 2    |
|                                       | LV_PM | 164  |                            | LV_PM | 491  |
|                                       | HV_PM | 0    |                            | HV_PM | 2    |
| Via Sordello Dir. Nord                | LV_AM | 275  | Via Fantoli Dir. Periferia | LV_AM | 366  |
|                                       | HV_AM | 8    |                            | HV_AM | 3    |
|                                       | LV_PM | 204  |                            | LV_PM | 419  |
|                                       | HV_PM | 0    |                            | HV_PM | 5    |
| Via Forlanini<br>Dir. Centro          | LV_AM | 2063 | Via Varsavia Dir. Sud      | LV_AM | 825  |
|                                       | HV_AM | 17   |                            | HV_AM | 6    |
|                                       | LV_PM | 2177 |                            | LV_PM | 539  |
|                                       | HV_PM | 8    |                            | HV_PM | 3    |
| Via Forlanini<br>Dir. Periferia       | LV_AM | 2916 | Via Varsavia Dir. Nord     | LV_AM | 1275 |
|                                       | HV_AM | 26   |                            | HV_AM | 5    |
|                                       | LV_PM | 2928 |                            | LV_PM | 1025 |
|                                       | HV_PM | 24   |                            | HV_PM | 15   |

Tabella 3.1: Dati di rilievo riferiti all'ora di punta del mattino e della sera (Fonte AMAT)

## 4 Il Progetto di Mobilità

### 4.1 Premessa

Il presente capitolo intende descrivere l'intervento di progetto dal punto di vista trasportistico, illustrando come le diverse componenti di trasporto e mobilità andranno ad integrarsi, al fine di garantire adeguati livelli di accessibilità e circolazione interna in chiave multi-modale; si rimanda agli elaborati grafici e alla descrizione tecnica di progetto per una più esaustiva comprensione delle diverse tematiche trattate.

Si descrive dunque il sistema di accessibilità, che come precedentemente accennato, è stato definito in relazione alle risultanze delle diverse analisi modellistiche condotte durante l'intero iter di aggiornamento della proposta progettuale.

Diverse opzioni infrastrutturali sono state analizzate in completa sinergia con i progettisti, al fine di esplorare ed individuare la soluzione funzionalmente più efficace. La gerarchia stradale, la capacità delle infrastrutture la definizione del sistema di accessibilità sono state definite sulla base delle risultanze modellistiche.

### 4.2 Sistema viabilistico

La strategia di accessibilità veicolare proposta per il comparto Milano Santa Giulia prevede la definizione di un sistema viabilistico perimetrale e di una maglia interna di distribuzione, a vocazione prevalentemente locale e residenziale.

Gli accessi veicolari principali si innestano lungo l'anello viabilistico di distribuzione perimetrale, delimitato a nord dall'asse di via Mecenate, ad est dal tracciato della Tangenziale Est (A51), a sud-est dal sistema viabilistico di sovrappasso della SP415 (Paullese) e confluyente su via del Futurismo e infine, ad ovest, dalla prosecuzione dell'attuale via Sordello che, piegandosi in direzione nord-est, ritrova il tracciato di via Bonfadini, consentendo la chiusura del sistema perimetrale.

L'articolata rete di strade locali e residenziali che si dipartono dall'anello principale garantisce, da un lato, la continuità delle relazioni urbane esistenti sul fronte nord-ovest, e dall'altro, un completo ammagliamento dell'ambito di progetto, nel quale le funzioni insediate sono servite da un sistema viabilistico integrato.

Tra i principali benefici ottenuti dalla definizione dell'anello perimetrale si sottolinea la possibilità di perseguire una sostanziale riduzione dei flussi veicolari transitanti sul fronte parco per il quale è stata prevista la limitazione del passaggio ai soli residenti (fronte parco lato est) e la definizione di un tratto pubblico con una corsia per senso di marcia in affiancamento al tracciato del tram (fronte parco lato ovest).

La fruizione del parco per i non residenti è stata garantita prevedendo un bacino di sosta pubblica lungo via Sordello, il disegno dei percorsi nel parco e degli spazi dedicati alla mobilità ciclopedonale; si auspica inoltre che i sistemi integrati di accessibilità dolce e con il modo pubblico (tram e bus 88) conducano ad un riparto modale decisamente orientato a queste alternative all'uso del mezzo privato.

Il traffico veicolare per scelta progettuale è stato mantenuto lontano da Arena. E' previsto un accesso carrabile ai soli veicoli autorizzati quali i taxi e i veicoli di servizio che corre tra Arena e l'antistante struttura ricettiva.

Analogamente, si è mantenuta una viabilità a traffico limitato, a servizio del distretto commerciale, che corre a senso unico parallela al tracciato del tram. Questo disegno consente la creazione di un ampio connettivo ad uso esclusivamente pedonale che consente collegamenti agili e sicuri tra le diverse polarità del piano; Arena, il distretto commerciale il parco e il Museo dei Bambini.



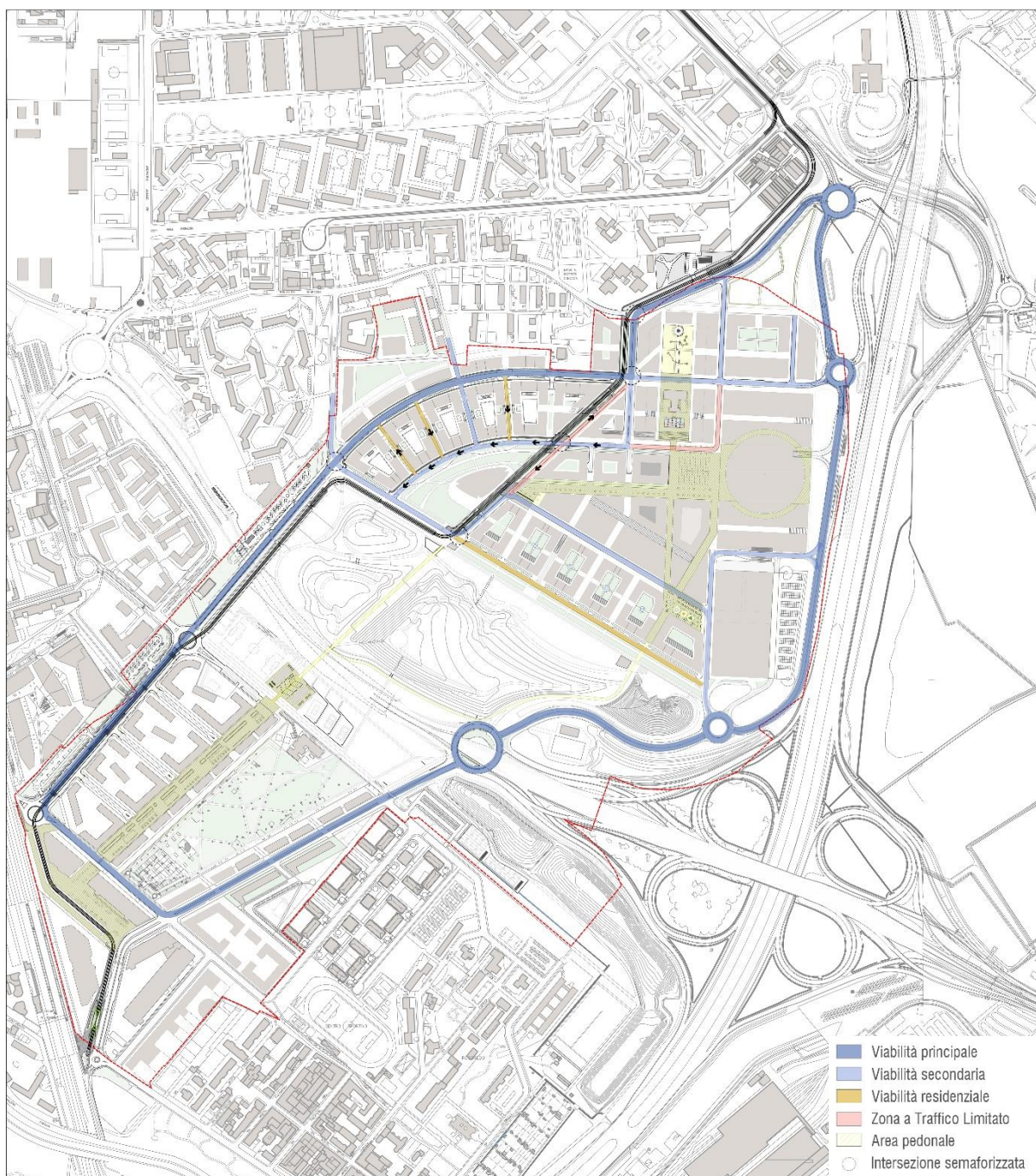


Figura 4.1: Descrizione della rete viabilistica di progetto

Di seguito si riporta la descrizione dei principali itinerari di accesso al compendio urbano:

- **Da A51 (direzione nord)** | Dalla complanare alla tangenziale che si staccherà a nord dell'uscita CAMM si sviluppa una rampa di uscita in affiancamento a quella che attualmente consente l'ingresso in città tramite lo svincolo di via Mecenate. Dopo circa 400 m la rampa raggiunge un'ampia intersezione a rotatoria che consente, tramite via Toledo riqualificata dal progetto, la distribuzione dei flussi in ingresso verso i grandi attrattori (sud-est: parcheggi di Arena, Esselunga



e rotatoria sud; ovest: Arena, parcheggio in struttura, parcheggio commercio, porzione ovest dell'anello, a nord: rotatoria nord verso via Bonfadini e parcheggio commercio).

- **Da A51 (direzione sud)** | Oltre all'introduzione della rotatoria di Ponte Lambro, il potenziamento previsto per l'attuale Uscita 4 via Mecenate garantisce la connessione con la rotatoria nord di progetto, attraverso la quale sarà possibile accedere al comparto di progetto evitando il transito dall'intersezione Mecenate – Ungheria.
- **Da via Mecenate-centro città** | L'asse di via Mecenate piega leggermente a sud dove, una volta superata l'intersezione semaforizzata Mecenate-Ungheria, trova un'intersezione a rotatoria che garantisce le relazioni con la A51, con via Bonfadini e dunque i bacini di sosta pubblica di progetto.
- **Da Rogoredo** | La prosecuzione di via del Futurismo ad est e di via Sordello ad ovest rappresentano i principali itinerari di accesso da sud verso l'ambito di progetto.
- **Da Ponte Lambro** | L'accesso da est prevede il transito sulla nuova rotatoria prevista a Ponte Lambro, il superamento della A51 tramite l'attuale sottopasso e il raggiungimento dell'intersezione semaforizzata esistente Mecenate/Ungheria da dove si dovrà ri-guadagnare la rotatoria nord di progetto.

I percorsi di uscita dall'ambito di progetto sono:

- **Verso A51 (direzione nord)** | Attraverso la rotatoria nord (servita da via Bonfadini e dalla rotatoria est), si guadagna il sottopasso esistente della A51 percorrendo in seguito la rampa di accesso alla A51 direzione nord.
- **Verso A51 (direzione sud)** | Dalla rotatoria nord si diparte un braccio monodirezionale che garantisce l'accesso alla complanare della tangenziale est per i flussi diretti a sud. Tale asse si ricongiunge poi al tracciato esistente della A51, consentendo un tratto di scambio precedente all'Uscita 3 Rogoredo Santa Giulia.
- **Verso via Mecenate-centro città** | Il ramo ovest della rotatoria nord consente il raggiungimento di via Mecenate e del centro città.
- **Verso Rogoredo** | Analogamente ai percorsi di accesso dalla stazione, gli itinerari diretti a Rogoredo prevedono il raggiungimento di via Sordello (ovest) una volta superata l'intersezione semaforizzata sud-ovest. Via del Futurismo è raggiungibile dalla rotatoria sud est che convoglia i flussi diretti a sud del comparto in oggetto.
- **Verso Ponte Lambro** | La rotatoria nord consente il raggiungimento di Ponte Lambro percorrendo in senso inverso lo stesso itinerario concepito per l'accesso al comparto.

Connessioni urbane minori sono possibili raggiungendo via Bonfadini tramite le vie Morsenchio e Sordello. La definizione dei punti di accesso ai bacini di sosta previsti dal Master Plan ha rivestito un ruolo determinante per la definizione delle scelte progettuali in materia di mobilità. La mappa seguente mostra gli itinerari di ingresso e uscita dal comparto e la localizzazione degli accessi alle aree di sosta delle principali funzioni pubbliche da insediare (commercio e intrattenimento).

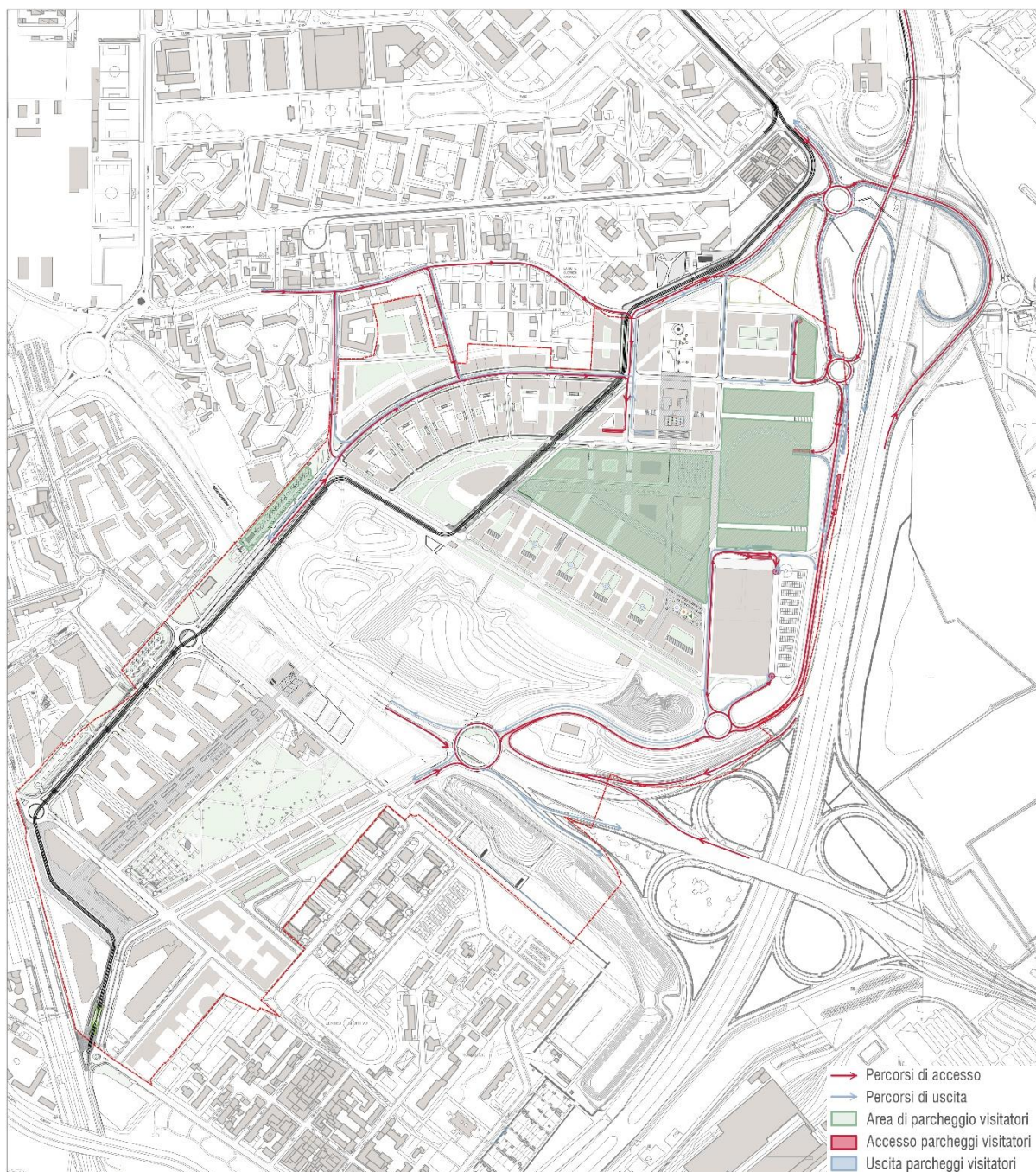


Figura 4.2: Percorsi di ingresso e di uscita alle aree di sosta ad uso pubblico

### 4.3 Sistema di trasporto pubblico e servizi aggiuntivi

L'accessibilità con il servizio pubblico potrà fare affidamento sulla realizzazione di una nuova linea tramviaria e sulla ridefinizione del percorso della linea di bus 88 (Rogoredo FS M3- viale Ungheria).

La linea di tram di futura realizzazione collegherà le stazioni di M3 Rogoredo, a sud, con la stazione di M4 Forlanini Quartiere a nord, transitando prima lungo la via Manzù e successivamente attraversando l'area di futura edificazione fino a raggiungere il nuovo tracciato di via Bonfadini e quindi il nodo semaforizzato di Via Ungheria – Mecenate. All'intersezione con via Mecenate la nuova linea si ricongiungerà con la linea

esistente 27 fino al semaforo di via Repetti via Forlanini, dove piegherà sulla sinistra per attestarsi al capolinea.

In corrispondenza della fermata nei pressi del Museo dei Bambini, e dunque di Arena, è stato progettato un tronco di scambio che consentirà di intensificare la frequenza della tratta Rogoredo – Arena nelle giornate di evento presso Arena. Si prevede infatti che, per favorire l'utilizzo della rete di trasporto pubblico da parte degli utenti di Arena, si vada a potenziare i collegamenti con la stazione di Rogoredo con un servizio dedicato. L'utilizzo della linea tramviaria consente di disporre di un mezzo ad alta capacità che viaggia in sede propria lungo tutto il tragitto.

Garantire, infatti, un collegamento efficiente in corrispondenza dei periodi di ingresso e uscita agli eventi attesi in Arena favorisce l'utilizzo del trasporto pubblico da parte dell'utenza garantendo la copertura di gran parte del territorio comunale in un tempo di viaggio di circa 30/40 minuti.

Parallelamente allo studio della nuova linea tramviaria, ATM prevede la riorganizzazione del percorso della linea 88 che attualmente collega la stazione Rogoredo con viale Ungheria, all'altezza di Largo Anselmo Guerrieri Gonzaga e via dei Liri, servendo le vie Bonfadini, Sordello, Manzù, Pizzolpasso, Russolo e Penice.

L'occasione del progetto della nuova linea tramviaria lungo via Sordello e dello sviluppo Montecity - Rogoredo conducono ad ipotizzare una possibile alternativa al percorso attuale della linea 88. L'itinerario proposto continuerebbe a collegare la stazione Rogoredo e viale Ungheria ma servendo via del Futurismo (altrimenti sprovvista di linee TPL) fino ad arrivare al sito di progetto dove seguirebbe la strada a nord del parco e si riallaccerebbe all'itinerario attuale nel tratto nord di via Sordello, verso via Bonfadini.

Affinché l'uso del mezzo pubblico costituisca un'alternativa appetibile non solo per gli spostamenti sistematici ma anche per una quota parte considerevole di spostamenti legati alle funzioni commerciali, di spettacolo e intrattenimento, la localizzazione delle fermate è stata studiata per massimizzare la copertura dell'area di progetto, ipotizzando un raggio di influenza delle linee su gomma pari a 200 m e della linea di forza tramviaria pari a 300 m. La figura mostra il sistema di trasporto pubblico integrato nel Master Plan Milano Santa Giulia.



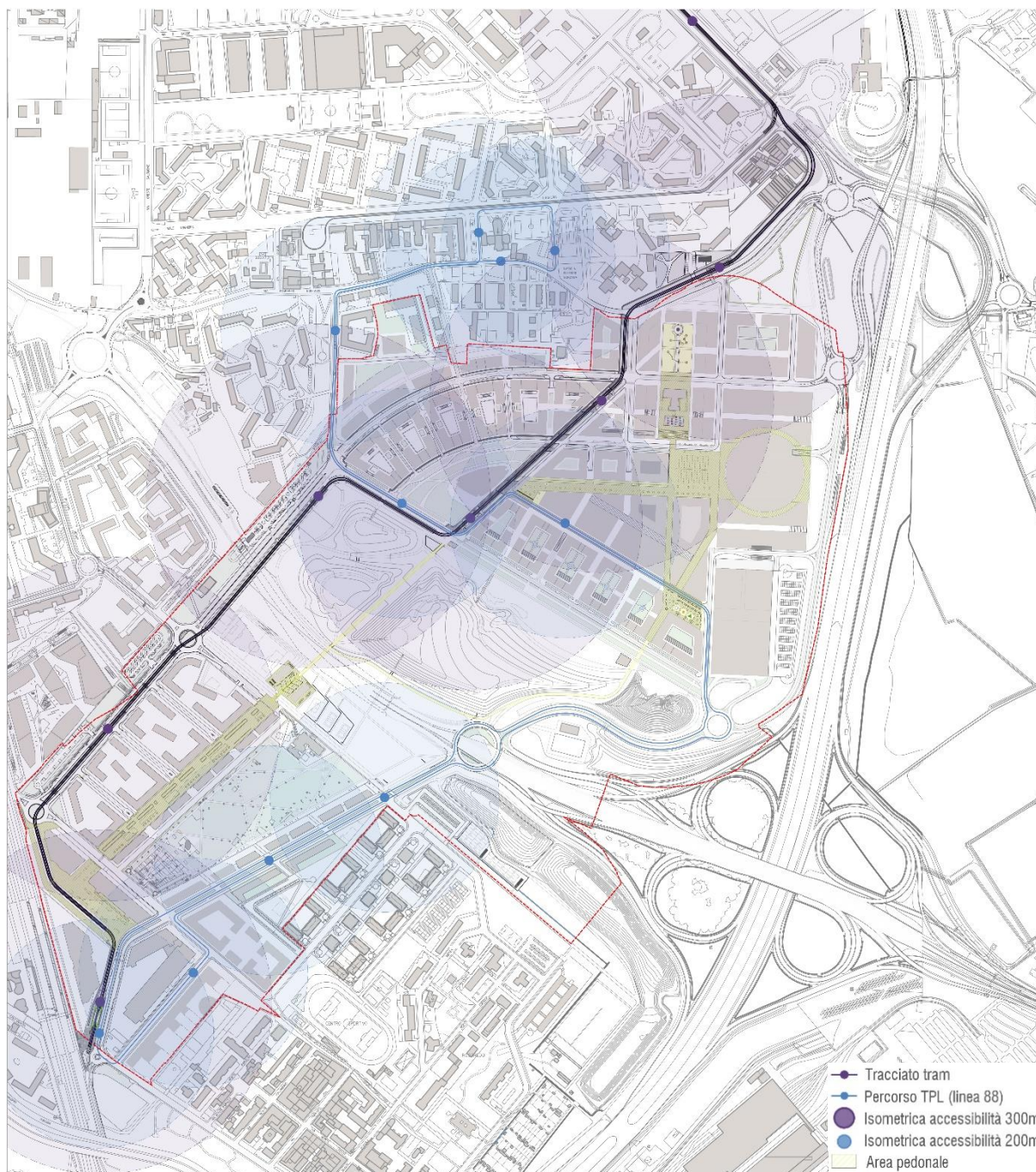


Figura 4.3: Rete di trasporto pubblico di progetto

## 4.4 Rete ciclopedonale

Lo sviluppo di un'adeguata strategia ciclo-pedonale riveste un ruolo focale circa l'approccio integrato di analisi del sistema mobilità. Si ritiene, infatti, che un'efficace e protetta rete di circuitazione e connessione ciclo-pedonale possa offrire sostanziale valore aggiunto al progetto oltre a confermare la sensibilità progettuale circa la minimizzazione dell'impatto della mobilità sull'ambiente.

Durante la definizione della rete viabilistica di progetto l'individuazione della rete ciclabile e l'articolazione degli ambienti pedonali ha rivestito un ruolo cruciale nella definizione dell'intero sistema infrastrutturale.

Gli spazi pedonali vedono, quali elementi principali, la piazza di fronte al museo e la piazza di fronte ad Arena collegati da un asse che attraversa l'area commerciale offrendo all'utente la percezione di essere all'interno di una rete urbana di attività e negozi piuttosto che di una galleria commerciale caratterizzata da una porta di accesso definita. Dalla piazza di Arena si dirama un secondo asse di collegamento con il parco, che inviterà l'utenza a vivere il verde e a riconnettersi con la parte sud del piano.

A nord sarà sviluppata una terza piazza che dalla zona a sud di via Bonfadini offrirà l'accesso pedonale privilegiato verso Arena e il commercio.

La rete ciclabile si collegherà a sud all'asse della "*Promenade*" esistente e attraversando il parco si congiungerà alla linea che corre perimetrale allo stesso lungo via Manzù e lungo il perimetro nord che costeggia il futuro insediamento residenziale. La rete ciclabile attraverserà dunque il Master Plan in affiancamento al tram per ricongiungersi poi alla rete esistente su via Mecenate in corrispondenza dell'intersezione con viale Ungheria.

La realizzazione di piste ciclabili in sede propria all'interno del quartiere residenziale di nuova costruzione e lungo il *Crescent* offrirà agli utenti della mobilità dolce un sistema di rete che favorirà l'utilizzo di questa modalità per gli spostamenti interni al quartiere.



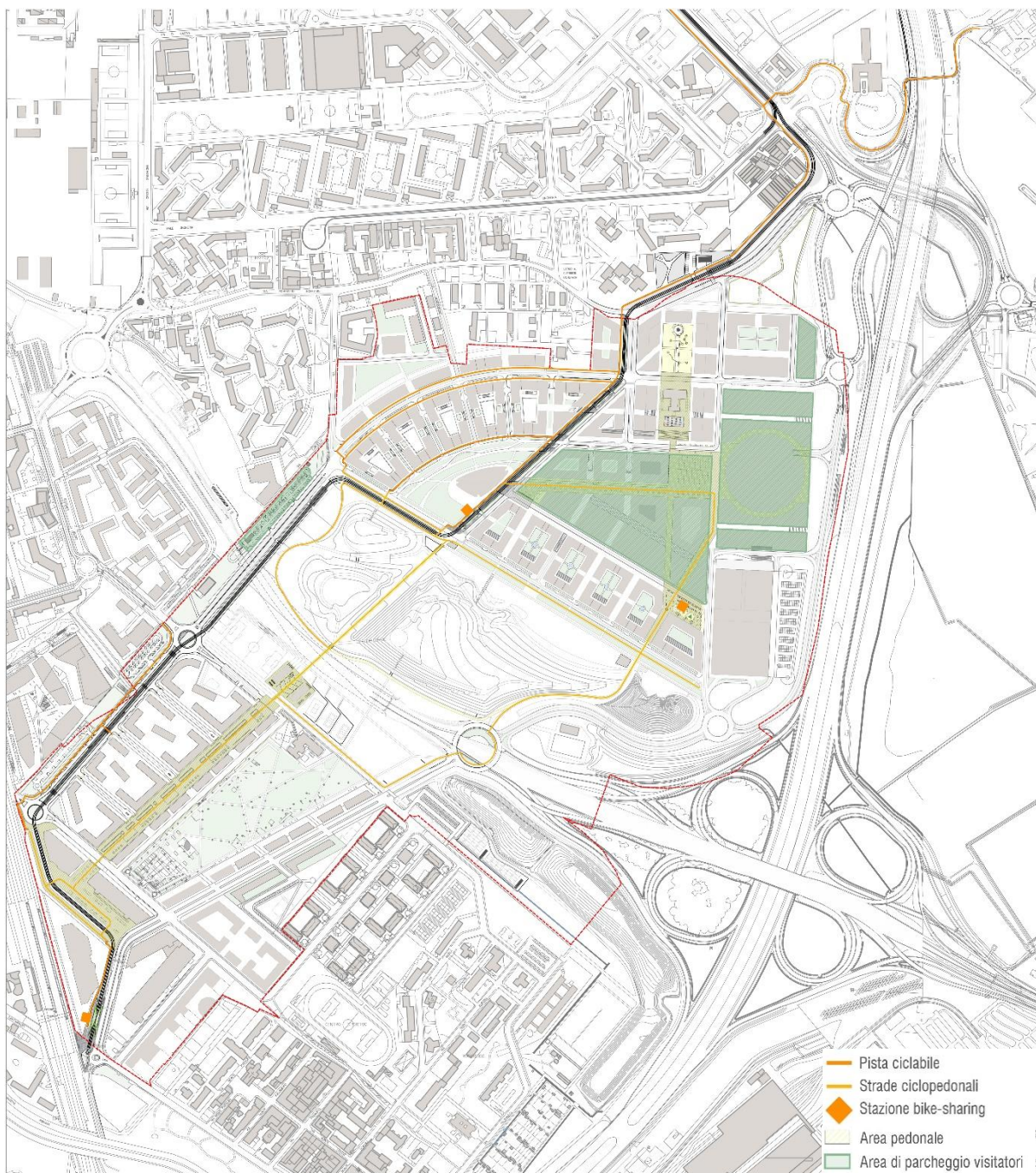


Figura 4.4: Rete ciclabile e ciclopedonale di progetto

Si prevede inoltre la localizzazione di diverse postazioni per la sosta delle biciclette nei punti ritenuti più strategici in prossimità del parco, del museo e del distretto commerciale. È stata anche valutata la possibilità di localizzare tre nuove stazioni di bike sharing che andranno successivamente valutate e discusse con gli enti e gli organi competenti. Come prima indicazione sono state localizzate di fronte alla stazione di Rogoredo, in corrispondenza della porta di accesso sud al distretto commerciale di fronte al comparto Esselunga e nell'area prossima al museo e alle residenze del *Crescent*.

## 5 Stima della domanda generata e attratta

### 5.1 Premessa

La descrizione dell'intervento di progetto viene approcciata nei paragrafi a seguire descrivendo le dimensioni dell'intervento in termini di funzioni insediate e di domanda attesa.

La quantificazione della domanda di traffico relazionata con il futuro sviluppo urbanistico rappresenta, infatti, uno dei tasselli analitici più importanti del presente studio. Le dimensioni di progetto e la varietà delle funzioni insediate richiedono una approfondita analisi che partendo dai dati a disposizione, dalle diverse fonti normative e bibliografiche nonché dalle osservazioni formulate dagli Enti sui precedenti studi presentati, conduca ad una stima accurata del reale impatto in termini di pressione veicolare che il comparto andrà a produrre.

La stima viene sviluppata per le due finestre temporali più critiche, l'ora di punta del mattino in cui si registrano i picchi degli spostamenti sistematici casa – lavoro e il picco pomeridiano in cui alla quota di domanda sistematica vanno ad aggiungersi gli spostamenti relazionati con le funzioni commerciali e l'Arena. L'approccio metodologico si basa sull'applicazione di differenti linee di calcolo in funzione della destinazione d'uso considerata.

Come descritto all'interno della relazione generale, le norme di attuazione del PII vigente consentono già la realizzazione di gran parte delle superfici di progetto, in particolare quelle di carattere residenziale e terziario, che, grazie alla norma di flessibilità, possono essere realizzate sia nella parte Nord, sia nella parte sud dell'area di progetto.

Per tale motivo alcune superfici sono in corso di attuazione e saranno implementate in un orizzonte temporale antecedente a quello di realizzazione del comparto oggetto di variante. Di seguito si sintetizzano i dati di superficie che vengono considerati nello scenario di progetto (Variante di PII) e, a seguire, si indicano le quantità che saranno realizzate precedentemente e che quindi sono considerate all'interno dello scenario di riferimento.

Nella Tabella 5.1 a seguire si riportano i dati di superficie di Progetto suddivisi per le diverse destinazioni d'uso.

| Scenario di Progetto | SL (m2) area NORD | SL (m2) area SUD |                |
|----------------------|-------------------|------------------|----------------|
| Commerciale          | 70,000            | -                |                |
| Ricettivo            | 25,000            | -                |                |
| Terziario            | 27,609            | 58,500           |                |
| Residenziale (tot)   | 213,690           | -                |                |
| Esercizi di Vicinato | 3,792             | 1,500            |                |
| <b>TOT</b>           | <b>340,091</b>    | <b>60,000</b>    | <b>400,091</b> |

Tabella 5.1: Quadro delle consistenze urbanistiche del comparto nord di Montecity Rogoredo

Le funzioni saranno realizzate principalmente nell'area nord, tranne una quota di funzioni a carattere terziario pari a 58,500 mq e di esercizi di vicinato per 1,500 mq la cui realizzazione è prevista nell'area a SUD del PII che portano ad un totale di 400,091 mq di SL di progetto.

All'interno dell'area di PII sono attualmente in fase di costruzione/permesso di costruire, nell'area SUD, altri 46.216 mq di terziario e 2.130 mq di funzioni compatibili, il cui indotto veicolare verrà considerato nello scenario di riferimento (si veda il Paragrafo 5.7).

In aggiunta alla realizzazione dei comparti privati sopra elencati si considera la realizzazione del lotto di Arena, nonché di 13.665 mq di edilizia pubblica e per finire il Museo dei Bambini.

La stima dell'indotto veicolare, descritta nei paragrafi a seguire, viene suddivisa per funzione e fascia temporale in quanto le linee di calcolo utilizzate sono differenti e sintetizzabili come di seguito.

- **RESIDENZIALE e TERZIARIO:** Calcolo indotto veicolare a partire da applicazione del foglio di calcolo messo a disposizione da AMAT.
- **RICETTIVO:** stima basata su banche dati internazionali quali TRAVL e ITE.
- **ARENA:** linea di calcolo fondata su quanto emerso dalla campagna di indagine presso il Forum di Assago nel 2017, dalle analisi della serie storica dei tornellati ATM e dalle risultanze della recente campagna di indagine al Forum di Assago di giugno 2019.
- **COMMERCIO:** calcolo indotto veicolare in ottemperanza a legge regionale sul commercio (Allegato A d.g.r. 20/12/2013) per la finestra pomeridiana del venerdì: Per quanto riguarda l'ora di punta AM il calcolo si basa su applicazione del foglio di calcolo messo a disposizione da AMAT.
- **FUNZIONI COMPATIBILI:** queste superfici sono state considerate come commercio di vicinato e il calcolo dell'indotto è stato sviluppato andando ad applicare i parametri riportati dal foglio di calcolo messo a disposizione da AMAT.

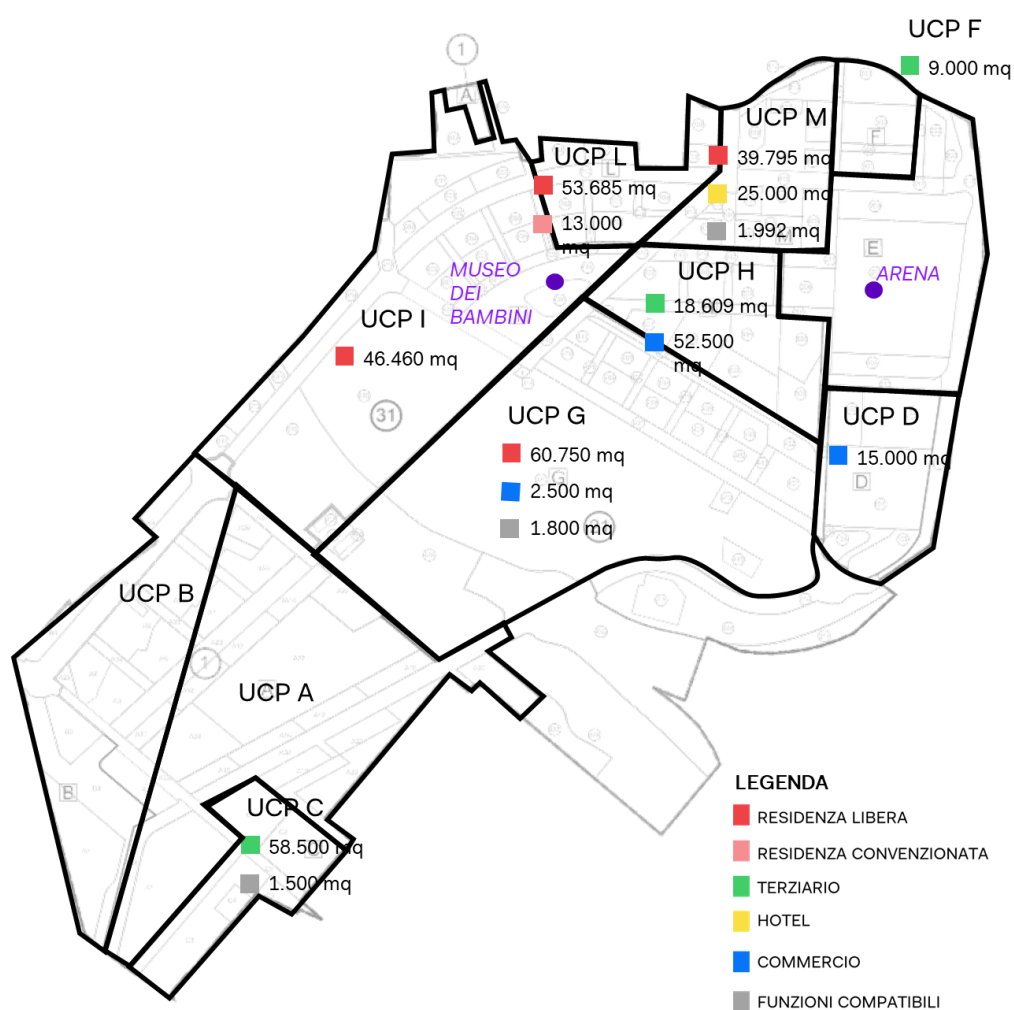


Figura 5.1- distribuzione delle funzioni di progetto



Non si considera il traffico indotto dal Museo dei Bambini in quanto si prevede che il museo, durante la settimana, lavori quasi esclusivamente per le scuole e dunque il traffico indotto risulta essere rappresentato principalmente dai bus adibiti al trasporto delle scolaresche in orari di morbida, non in contemporanea con i picchi di mobilità cittadina considerati negli scenari di simulazione.

## 5.2 Residenziale e Terziario

Come precedentemente indicato, per le destinazioni a carattere residenziale e terziario si utilizzano i parametri espressi nel foglio di calcolo fornito da AMAT in corrispondenza della zona BVR 446 in riferimento all'orizzonte temporale "Scenario PGT".

Di seguito di riportano i principali parametri di stima utilizzati da AMAT per il calcolo dell'indotto veicolare.

| RESIDENZA   |      |
|---|------|
| SLP per residente (mq/res)  | 33   |
| Parametro esclusione residenti inferiori a 11 anni<br>(% residenti maggiori di 11 anni) | 0,92 |
| Numero di spostamenti giornalieri attratti dai residenti (visite, ecc)                  | 0,3  |
| TERZIARIO   |      |
| SLP per addetto del terziario (mq/addetto)  | 25   |
| Numero spostamenti di clienti attratti al giorno per addetto, motivo affari             | 0,18 |
| Numero spostamenti di clienti attratti al giorno per addetto per altri motivi           | 0,53 |

Tabella 5.2: Parametri di stima AMAT per la funzione residenziale e terziario

| Numero di spostamenti giornalieri per residente (origine o destinazione <b>CASA</b> ) | MOTIVO |        |        |        |          |       |            |
|---|--------|--------|--------|--------|----------|-------|------------|
|   | CASA   | LAVORO | STUDIO | AFFARI | SHOPPING | ALTRO | TOT GIORNO |
|   | 1,36   | 0,44   | 0,09   | 0,05   | 0,29     | 0,49  | 2,72       |

| Ora di punta   | RESIDENTI E ADDETTI |        |        |        |          |       | CLIENTI NEGOZI |       |
|----------------|---------------------|--------|--------|--------|----------|-------|----------------|-------|
|                | CASA                | LAVORO | STUDIO | AFFARI | SHOPPING | ALTRO | IN             | OUT   |
| <b>MATTINO</b> | 0,009               | 0,33   | 0,308  | 0,081  | 0        | 0,084 | 0              | 0     |
| <b>SERA</b>    | 0,163               | 0,009  | 0,011  | 0,027  | 0,109    | 0,043 | 0,109          | 0,163 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| Coefficiente di occupazione auto | 1,2 |
|----------------------------------|-----|

Tabella 5.3: Sintesi dei principali fattori di stima utilizzati all'interno del foglio di calcolo AMAT

La ripartizione modale è quella riferita alla zona BVR 446 che varia a seconda della fascia oraria, per spostamenti originati e destinati e per motivo di spostamento.

Si sottolinea che, in Tabella 5.4, per le funzioni residenziali si considera la somma delle superfici private e delle superfici pubbliche.

| Scenario Progetto  | SL (m2) | AM IN | AM OUT |
|--------------------|---------|-------|--------|
| Terziario          | 27,609  | 210   | 8      |
| Residenziale (tot) | 227,355 | 101   | 593    |

Tabella 5.4: Stima spostamenti originati o destinati dalle/alle funzioni residenziali e terziarie

| Scenario Progetto  | SL (m2) | PM IN | PM OUT |
|--------------------|---------|-------|--------|
| Terziario          | 27,609  | 20    | 145    |
| Residenziale (tot) | 227,355 | 637   | 302    |

Tabella 5.5: Stima del traffico indotto dalle funzioni residenziale e terziario

Si computa a parte l'indotto veicolare relativo alle funzioni terziarie in progetto nell'area a Sud del parco che ricadono nella BVR 428.

| ID intervento | BVR | Funzione  | SL (m2) | AM         |             | PM         |             |
|---------------|-----|-----------|---------|------------|-------------|------------|-------------|
|               |     |           |         | IN veh. eq | OUT veh. eq | IN veh. eq | OUT veh. eq |
| PII MSG SUD   | 428 | Terziario | 58,500  | 359        | 15          | 37         | 264         |

Tabella 5.6: Stima del traffico indotto dalle funzioni terziarie in realizzazione nell'area SUD

## 5.3 Ricettivo

In mancanza di indicazioni da parte di AMAT per questa destinazione d'uso, per quantificare la quota di traffico indotta dalla realizzazione delle funzioni a carattere ricettivo sono stati utilizzati dati desunti da banche dati internazionali. In particolare la stima si basa su TRAVL per quanto riguarda il numero di spostamenti (secondo i profili di ingresso e uscita riportati nel grafico a seguire) e ITE per quanto riguarda la ripartizione dei flussi IN e OUT.

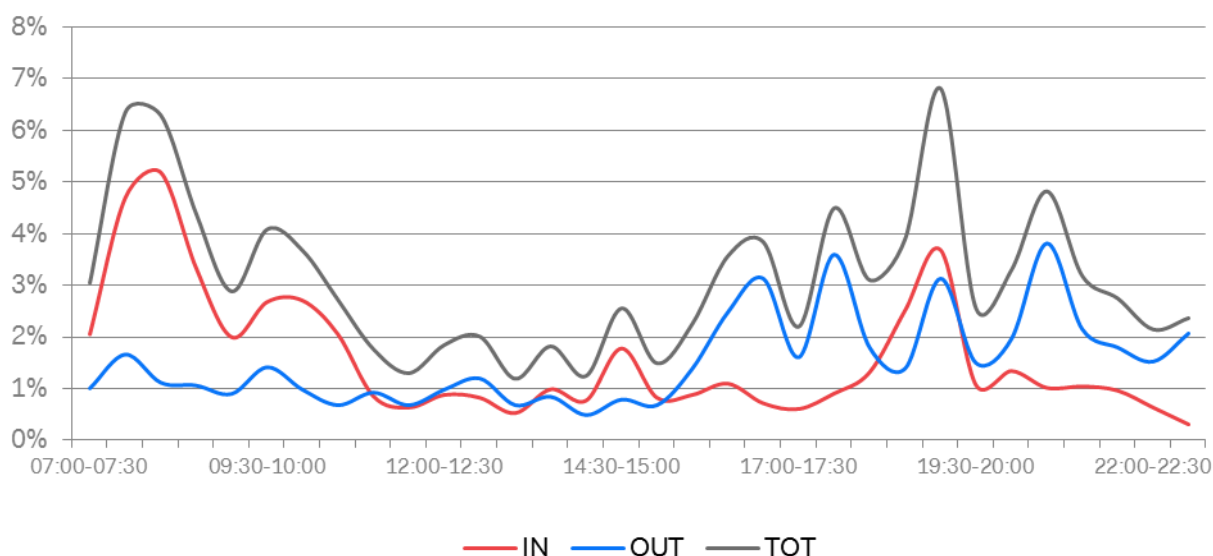


Figura 5.2: Funzione ricettivo: profilo di distribuzione degli spostamenti in ingresso e uscita nella giornata (Fonte TRAVL)

Nel calcolo si utilizza quale dato di input l'ipotesi di progetto di realizzare 400 camere; il parametro di stima veicolare è pari a 0,54 spostamenti a camera e che il 70% di questi siano spostamenti veicolari.

Complessivamente si stimano dunque 176 veicoli nell'ora di punta del mattino (95 in ingresso e 81 in uscita) e 151 nell'ora di punta pomeridiana (92 in ingresso e 59 in uscita).

## 5.4 Commercio

La dimensione della componente commerciale è tale da dover essere considerata secondo la normativa vigente in regione Lombardia una grande struttura di vendita. Il progetto prevede la realizzazione di due comparti distinti, da un lato la proprietà Esselunga che comprende l'ipermercato e delle medie strutture di vendita e dall'altra il distretto commerciale localizzato nel cuore del futuro insediamento.

La stima dell'indotto veicolare segue due differenti linee di calcolo a seconda del periodo della giornata, per il picco AM si applicano i coefficienti di calcolo espressi dalle linee guida di AMAT mentre per l'ora di punta pomeridiana si utilizzano i coefficienti riportati nell'. Allegato A alla D.G.R. 20/12/2013. I parametri di stima utilizzati da AMAT per il calcolo dell'indotto veicolare sono sintetizzati nella Tabella a seguire:

| COMMERCIO   |      |
|---|------|
| SLP per addetto commercio grande/media distribuzione (mq/addetto)                           | 39   |
| SLP per addetto commercio vicinato (mq/addetto)   | 29   |
| SLP per addetto commercio generico (per centri commerciali - superficie lorda) (mq/addetto) | 31   |
| SLP per addetto su superficie di vendita (75% SLP) (mq/addetto)                             | 23   |
| Spostamenti per addetto al giorno per lavoro  | 1,02 |
| Spostamenti dei clienti attratti al giorno per addetto del commercio, motivo shopping       | 8,54 |

Tabella 5.7: Parametri di stima AMAT per la funzione commercio

L'articolazione delle superfici lorde di pavimento e delle corrispondenti superfici di vendita è riportata nella Tabella a seguire.

| TIPO                  | SL            | Sdv ALIMENTARE | Sdv NON ALIMENTARE |
|-----------------------|---------------|----------------|--------------------|
| ESSELUNGA + BIG BOX   | 15.000        | 3.000          | 7.000              |
| DISTRETTO COMMERCIALE | 55.000        | 3.000          | 25.000             |
| <b>Totale</b>         | <b>70.000</b> | <b>6.000</b>   | <b>32.000</b>      |

Tabella 5.8: Articolazione di SL e Sdv della componente commerciale

Di seguito si riportano i valori di traffico veicolare relativi all'ora di punta del mattino desunte dal foglio di calcolo AMAT considerando le funzioni centro commerciale e grande distribuzione.

| Progetto              |            |                      |         | AM IN |      |         | AM OUT |      |         |
|-----------------------|------------|----------------------|---------|-------|------|---------|--------|------|---------|
| ID                    | BVR        | Funzione             | SI (mq) | Auto  | Moto | veh. eq | Auto   | Moto | veh. eq |
| Distretto commerciale | <b>446</b> | Centro comm.         | 55.000  | 271   | 42   | 292     | 7      | 1    | 7       |
| ESSELUNGA.            | <b>446</b> | Grande distribuzione | 15.000  | 59    | 9    | 63      | 1      | 0    | 2       |

Tabella 5.9: Stima del traffico indotto dalle funzioni commerciali – periodo di punta del mattino

Per quanto riguarda il flusso di traffico indotto nell'ora di punta del venerdì i parametri utilizzati sono quelli indicati in normativa e riportati nelle seguenti Tabelle.

| Superficie di vendita NON alimentare [mq] | Venerdì comune critico | Superficie di vendita alimentare [mq] | Venerdì comune critico |
|---|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 0 - 5.000                                 | 0,1                    | 0 - 3.000                             | 0,25                   |
| 5.000 - 12.000                            | 0,08                   | 3.000 - 6.000                         | 0,12                   |
| > 12.000                                  | 0,05                   | > 6.000                               | 0,04                   |

Tabella 5.10: Parametri di stima del traffico indotto della HdP del venerdì

L'applicazione della norma porta alle seguenti risultanze in termini di indotto veicolare:

- **Esselunga:** 931 spostamenti in ingresso e 620 in uscita;
- **Distretto Commerciale:** 1.624 in ingresso e 1.082.

Tali valori tengono conto del fattore addizionale del 10% indicato in normativa per il calcolo delle strutture commerciali in forma unitaria e della ripartizione tra flussi in ingresso e flussi in uscita pari rispettivamente a 60% e 40%.

Sono state considerate come una forma di commercio anche le superfici individuate come FUNZIONI COMPATIBILI. La stima dell'indotto veicolare relativa a questa destinazione d'uso è stata effettuata utilizzando il foglio di calcolo AMAT considerandola paragonabile a COMMERCIO DI VICINATO. Dal calcolo risultano nell'ora di punta del mattino 29 veicoli in ingresso e 1 in uscita, mentre per quanto riguarda l'ora di punta della sera si attendono 78 veicoli in ingresso e 116 in uscita.

## 5.5 Arena

### 5.5.1 Premessa

La realizzazione dell'Arena nell'area del Masterplan prevedrà una gestione degli eventi con capienze diverse a seconda delle fasce orarie in cui gli eventi stessi avranno inizio. Nei pomeriggi del fine settimana, in cui si avrà la presenza massima degli utenti alle funzioni commerciali, gli spettacoli all'Arena avranno una capienza di 12.000 spettatori, pari alla capienza massima con una configurazione che prevede tutti gli spettatori seduti. Non saranno previsti spettacoli pomeridiani con un numero maggiore di spettatori.

Per quanto riguarda, invece, la configurazione degli spettacoli serali e degli eventi Olimpici, si considera la capienza massima, pari a 16.000 spettatori, conseguente alla configurazione che prevede eventi con spettatori seduti e in piedi (modello concerto musicale). Come anticipato, procedendo in maniera prudenziale, per lo scenario Olimpico tale capienza è utilizzata ai soli fini modellistici, dal momento che gli spettatori saranno sicuramente in numero minore.

Queste due ipotesi di gestione degli eventi di Arena sono state utilizzate per dimensionare e verificare i diversi scenari nelle ore di punta della settimana e del sabato, come dettagliato nel seguito della presente relazione nei capitoli che riportano le risultanze modellistiche a scala macro e micro.

I paragrafi immediatamente successivi riportano, invece, le risultanze del complesso processo analitico servito per la valutazione dei parametri utilizzati nella stima del calcolo del numero di veicoli indotti dalla funzione Arena (coefficiente di occupazione veicolare, ripartizione modale, profilo di arrivo).

Tale processo ha preso avvio dalla campagna di indagine effettuata presso il Forum di Assago nel 2017 e dalle elaborazioni dei dati storici forniti da ATM circa il numero di utenti su mezzo pubblico e si è concluso con lo svolgimento di una nuova e completa campagna di indagine effettuata presso il Forum di Assago nel 2019.

Le risultanze di quest'ultima campagna di indagine insieme con le elaborazioni dei dati sulla futura mobilità della città di Milano e con le analisi effettuate sui parcheggi remoti di Rogoredo e San Donato, hanno permesso di arrivare ad una stima attendibile del coefficiente di ripartizione modale adottato per il calcolo del numero di veicoli correlati alla funzione Arena.

### 5.5.2 Indagini Forum di Assago 2017

Il Proponente ha realizzato nel mese di aprile 2017 dei rilievi di traffico in corrispondenza dei nodi di accesso ai parcheggi pertinenziali del Forum di Assago a Milano, struttura paragonabile per dimensione, localizzazione e destinazione d'uso ad Arena. Il monitoraggio di traffico era stato eseguito nelle seguenti date:

- Concerto di J-Ax e Fedez nelle giornate di martedì 11 e di giovedì 13 aprile 2017, con inizio evento alle ore 21:00; il rilievo è stato effettuato dalle 17:00 alle 21:30 (apertura cancelli alle ore 19:00 circa).

Il rilievo ha previsto il conteggio dei veicoli afferenti ai bacini di sosta del Forum e alla quantificazione del coefficiente di occupazione veicolare medio; i dati sono stati raccolti ad intervalli di 15 minuti consentendo la ricostruzione del profilo di arrivo dei visitatori. Di seguito si mostra l'ubicazione dei bacini di sosta monitorati e nelle Tabelle a seguire si riporta per ogni giornata di rilievo il numero complessivo di veicoli conteggiati e dei relativi passeggeri ad intervalli di 15 minuti, si riporta inoltre il dato calcolato di occupazione veicolare medio ogni 15 minuti e medio sull'intervallo di rilievo.



Figura 5.3: Forum di Assago: individuazione delle aree a parcheggio oggetto di indagine

**Martedì 11 Aprile 2017**

| Fascia oraria | n. auto rilevate | n. passeggeri in auto | Coefficiente occupazione auto (pp/veh) |
|---------------|------------------|-----------------------|--|
| 17:00-17:15   | 23               | 58                    | 2,5                                    |
| 17:15-17:30   | 39               | 86                    | 2,2                                    |
| 17:30-17:45   | 34               | 75                    | 2,2                                    |
| 17:45-18:00   | 39               | 74                    | 1,9                                    |
| 18:00-18:15   | 40               | 68                    | 1,7                                    |
| 18:15-18:30   | 74               | 192                   | 2,6                                    |
| 18:30-18:45   | 91               | 228                   | 2,5                                    |
| 18:45-19:00   | 118              | 330                   | 2,8                                    |
| 19:00-19:15   | 171              | 513                   | 3                                      |
| 19:15-19:30   | 223              | 624                   | 2,8                                    |
| 19:30-19:45   | 254              | 813                   | 3,2                                    |
| 19:45-20:00   | 334              | 902                   | 2,7                                    |
| 20:00-20:15   | 341              | 921                   | 2,7                                    |
| 20:15-20:30   | 276              | 773                   | 2,8                                    |
| 20:30-20:45   | 154              | 385                   | 2,5                                    |
| 20:45-21:00   | 38               | 72                    | 1,9                                    |
| <b>Totale</b> | <b>2249</b>      | <b>6113</b>           | <b>2,72</b>                            |

**Giovedì 13 Aprile 2017**

| Fascia oraria | n. auto rilevate | n. passeggeri in auto | Coefficiente occupazione auto (pp/veh) |
|---------------|------------------|-----------------------|--|
| 17:00-17:15   | 22               | 37                    | 1,7                                    |
| 17:15-17:30   | 40               | 92                    | 2,3                                    |
| 17:30-17:45   | 37               | 67                    | 1,8                                    |
| 17:45-18:00   | 55               | 116                   | 2,1                                    |
| 18:00-18:15   | 56               | 134                   | 2,4                                    |
| 18:15-18:30   | 81               | 170                   | 2,1                                    |
| 18:30-18:45   | 73               | 175                   | 2,4                                    |
| 18:45-19:00   | 105              | 284                   | 2,7                                    |
| 19:00-19:15   | 171              | 445                   | 2,6                                    |
| 19:15-19:30   | 193              | 540                   | 2,8                                    |
| 19:30-19:45   | 257              | 745                   | 2,9                                    |
| 19:45-20:00   | 313              | 845                   | 2,7                                    |
| 20:00-20:15   | 384              | 1037                  | 2,7                                    |
| 20:15-20:30   | 358              | 1002                  | 2,8                                    |
| 20:30-20:45   | 364              | 983                   | 2,7                                    |
| 20:45-21:00   | 191              | 478                   | 2,5                                    |
| <b>Totale</b> | <b>2700</b>      | <b>7150</b>           | <b>2,65</b>                            |

Tabella 5.11: Rilievo veicolare e numero di passeggeri complessivo per giornata di indagine

### 5.5.3 Serie storica dati ATM

Dopo aver ottenuto il profilo di ingresso e il coefficiente di occupazione veicolare, si sono utilizzati i dati storici forniti da ATM e relativi alla banca dati dei tornellati presso la stazione di Assago Forum in corrispondenza ad eventi compresi tra febbraio 2017 e febbraio 2019, per ottenere una stima della ripartizione modale degli utenti diretti ad Arena. La Tabella a seguire riporta i dati ATM così come elaborati da società terze.

| DATA         | EVENTO                | PRESENZE     | ANDATE      | RITORNI     | %ANDATE    | %RITORNI   |
|--------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 12/10/2018   | U2                    | 12000        | 1895        | 3863        | 16%        | 32%        |
| 23/03/2018   | Ladies Free (Skating) | 12000        | 2303        | 3641        | 19%        | 30%        |
| 15/10/2018   | U2                    | 12000        | 2002        | 3431        | 17%        | 29%        |
| 11/10/2018   | U2                    | 12000        | 1997        | 3206        | 17%        | 27%        |
| 18/01/2018   | Lady Gaga             | 12000        | 2625        | 3123        | 22%        | 26%        |
| 16/10/2018   | U2                    | 12000        | 1738        | 3128        | 14%        | 26%        |
| 11/05/2018   | Sam Smith             | 12000        | 2288        | 2967        | 19%        | 25%        |
| 04/06/2018   | Arctic Monkeys        | 12000        | 2335        | 2937        | 19%        | 24%        |
| 20/02/2017   | The XX                | 12000        | 1189        | 2911        | 10%        | 24%        |
| 22/03/2018   | Ladies Free (Skating) | 12000        | 1589        | 2568        | 13%        | 21%        |
| 21/01/2019   | Calcutta              | 12000        | 2357        | 2826        | 20%        | 24%        |
| 11/04/2018   | Lana del Rey          | 12000        | 2139        | 2657        | 18%        | 22%        |
| 19/11/2018   | Thegiornalisti        | 12000        | 1836        | 2529        | 15%        | 21%        |
| 15/06/2017   | Bruno Mars            | 12000        | 1313        | 2223        | 11%        | 19%        |
| 06/02/2019   | Massive Attack        | 12000        | 2391        | 2402        | 20%        | 20%        |
| 21/06/2018   | Shakira               | 12000        | 1536        | 2073        | 13%        | 17%        |
| 20/01/2019   | Calcutta              | 12000        | 1786        | 2515        | 15%        | 21%        |
| 17/11/2018   | 5 seconds of summer   | 12000        | 1414        | 2180        | 12%        | 18%        |
| 11/05/2017   | Lenny Kravitz         | 12000        | 1430        | 2069        | 12%        | 17%        |
| 02/02/2019   | Cosmo                 | 12000        | 1572        | 2233        | 13%        | 19%        |
| <b>MEDIA</b> |                       | <b>12000</b> | <b>1887</b> | <b>2774</b> | <b>16%</b> | <b>23%</b> |

Tabella 5.12: Elaborazione dati ATM al fine dell'individuazione della ripartizione modale dei flussi diretti al Forum (fonte: dati ATM elaborati da società terze)

I dati di ingressi e uscite dalla stazione della metropolitana sono stati depurati del traffico medio a parità di giorno, settimana e orario, al fine di identificare i soli utenti diretti al Forum. Non conoscendo il dato di affluenza registrato al Forum in corrispondenza dei diversi eventi, si è assunto cautelativamente che tutti gli eventi abbiano portato a saturazione la struttura (capienza massima di 12.000 spettatori).

Come evidenziato in Tabella, l'analisi ha portato a stimare la ripartizione modale media in ingresso e in uscita, che risulta rispettivamente pari al 16% se si analizzano i flussi di andata e al 23% se si analizzano i flussi di ritorno.

Dal momento che il dato in ingresso è più difficile da isolare per la sovrapposizione dei diversi utenti del comparto multifunzionale, si ritiene più affidabile il dato in uscita.

### 5.5.4 Indagini Forum di Assago 2019

Nel corso delle diverse revisioni del presente documento, a partire da aprile 2018, il dato sulla ripartizione modale utilizzata per la stima della domanda di traffico relazionato con Arena è stato più volte discusso e valutato. Per tale ragione il Proponente ha organizzato nel giugno 2019 una nuova campagna di rilievo presso il Forum di Assago.



L'evento selezionato è stato il concerto di Phil Collins nella giornata di lunedì 17 giugno 2019 dalle 17:30 alle 21:00. Le attività svolte durante la campagna di monitoraggio hanno avuto come obiettivo quello di ricostruire il numero di persone totali dirette al concerto di Phil Collins e individuare le diverse modalità di arrivo al Forum.

L'indagine si è concentrata dunque sul conteggio dei pedoni in arrivo verso la struttura con particolare attenzione alla raccolta del dato di affluenza generale (tutti i modi) e della quota di utenti in arrivo con il mezzo pubblico (metropolitana M2 Assago Milanofiori Forum).

Data la vocazione multifunzionale del comparto Milanofiori - Forum si è reso necessario effettuare delle interviste campionarie in corrispondenza della passerella pedonale di attraversamento del sedime autostradale, al fine di ricostruire il quadro completo delle relazioni pedonali degli utenti transitanti sulla passerella in direzione del Forum. Di seguito si elencano le postazioni monitorate di cui a seguire si riportano le risultanze.

**Postazione 1:** conteggio dei passeggeri in corrispondenza dei tornelli di uscita della stazione Assago Forum

**Postazione 2:** conteggio dei passeggeri in uscita dalla stazione Assago Forum a piano banchina,

**Postazione 3:** conteggio delle persone che in uscita dalla stazione si dirigono verso il Forum lungo la passerella

**Postazione 4:** conteggio di tutte le persone in discesa dalla passerella verso il Forum

**Postazione 5:** conteggio di tutte le persone transitanti dal sottopasso di collegamento tra il parcheggio C e il Forum, direzione Forum

**Postazione 6:** conteggio dei passeggeri a bordo delle vetture dirette ai parcheggi A e B del Forum

**Postazione 7:** conteggio delle persone dirette al forum da attraversamenti pedonali/scale su strada

**Postazione 8:** intervista campionaria alla popolazione transitante lungo la passerella

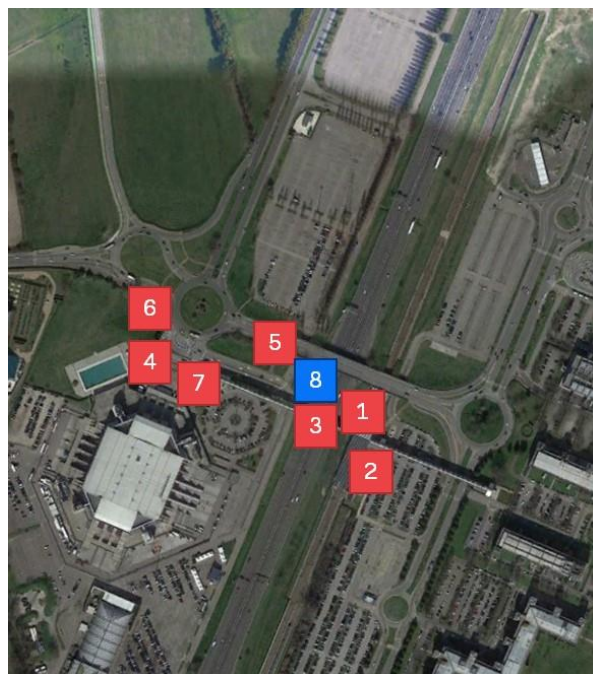


Figura 5.4: Forum di Assago: individuazione postazioni di rilievo pedonale giugno 2019

Il dettaglio di quanto rilevato viene riportato nelle schede in allegato. Le elaborazioni di tutti i dati rilevati (conteggi e interviste) hanno permesso di ricostruire sia un quadro esaustivo della domanda complessiva di utenti del Forum in occasione del concerto sia la reale ripartizione modale degli utenti in arrivo su trasporto pubblico.



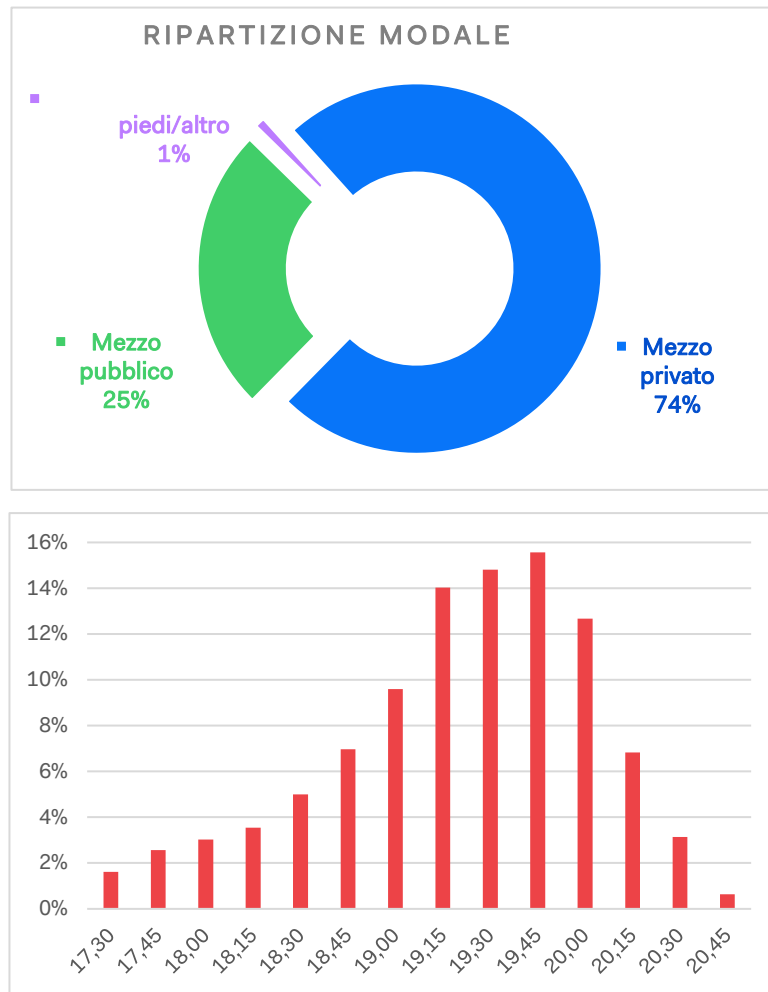


Figura 5.5: Forum di Assago evento Phil Collins 2019: ripartizione modale registrata e profilo di arrivo TUTTI I MODI

I risultati evidenziano un totale di ingressi al Forum pari a 8.201 persone, di cui il 74% in arrivo con il mezzo privato e il 25% in arrivo con il trasporto pubblico (metropolitana e bus).

### 5.5.5 Scenario Arena – Orizzonte Temporale di Progetto

Dal momento che l'Arena entrerà in funzione non prima del 2026, è ragionevole ipotizzare che per tale periodo saranno raggiunti gli obiettivi di riduzione del traffico privato ottenuti dalla realizzazione delle politiche sulla mobilità promosse dal Comune di Milano e da Regione Lombardia.

Di seguito si riportano i dati sugli effetti attesi dal PUMS di Milano nello Scenario Base 2024 che prevede una riduzione del trasporto privato pari al 24% e un aumento dell'uso del trasporto pubblico pari all'11% portando il valore dello share modale del trasporto pubblico fino al 43,7% per gli spostamenti di scambio.

MOBILITÀ

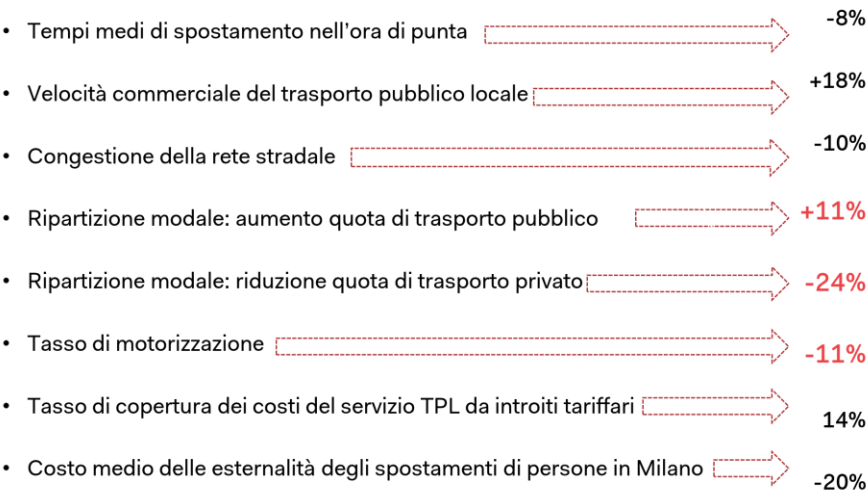


Figura 5.6: Prvisioni del PUMS Milano nello Scenario Base 2024

Tabella 8.9 Ripartizione modale degli spostamenti meccanizzati delle persone

| Tipo di spostamento          | Modalità prevalente | Stato di fatto | Reference | Target di Piano |
|------------------------------|---------------------|----------------|-----------|-----------------|
| Spostamenti interno a Milano | Autovettura         | 30,2%          | 28,8%     | 22,9%           |
|                              | Moto                | 7,3%           | 7,1%      | 6,9%            |
|                              | Trasporto pubblico  | 56,7%          | 58,1%     | 63,0%           |
|                              | Bicicletta          | 5,7%           | 6,0%      | 7,1%            |
| Spostamenti di scambio       | Autovettura         | 58,5%          | 57,1%     | 51,3%           |
|                              | Moto                | 4,0%           | 4,0%      | 4,1%            |
|                              | Trasporto pubblico  | 36,8%          | 38,2%     | 43,7%           |
|                              | Bicicletta          | 0,7%           | 0,7%      | 0,9%            |

Fonte: PUMS Milano 2015

Figura 5.7: PUMS Milano 2015 – Effetti attesi Scenario Base 2024

5.5.6 Sistema di sosta remota – Quota dell'utenza di interscambio gomma-ferro

Un ulteriore analisi è stata sviluppata riguardo al tema dell'interscambio gomma-ferro, per capire la disponibilità residua dei parcheggi remoti a supporto della sosta nei momenti di massimo carico.

Come mostra l'immagine seguente, nell'intorno dell'area di progetto si sono individuati i seguenti parcheggi di interscambio attualmente in gestione dell'ente di trasporto pubblico milanese ATM:

- Parcheggio ATM Rogoredo/Santa Giulia in via Pizzolpasso;
- Parcheggio Multipiano ATM San Donato Lato Pallese;

- Parcheggio Multipiano ATM San Donato Lato Via Emilia.



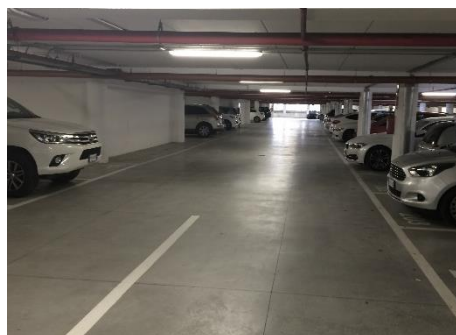
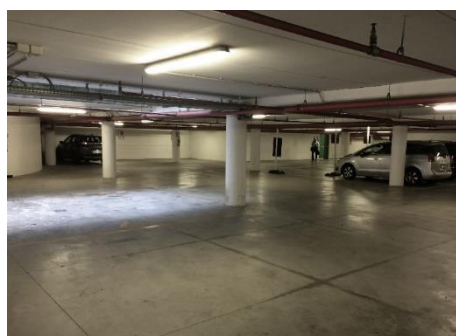
Figura 5.8: Localizzazione dei parcheggi di interscambio e indicazione della distanza dall'Arena

Vista la presenza di tali parcheggi di interscambio, si sono effettuati dei sopralluoghi per poterne valutare la capacità residua soprattutto in un'ottica di utilizzo degli stessi da parte dell'utenza di Arena non cittadina.

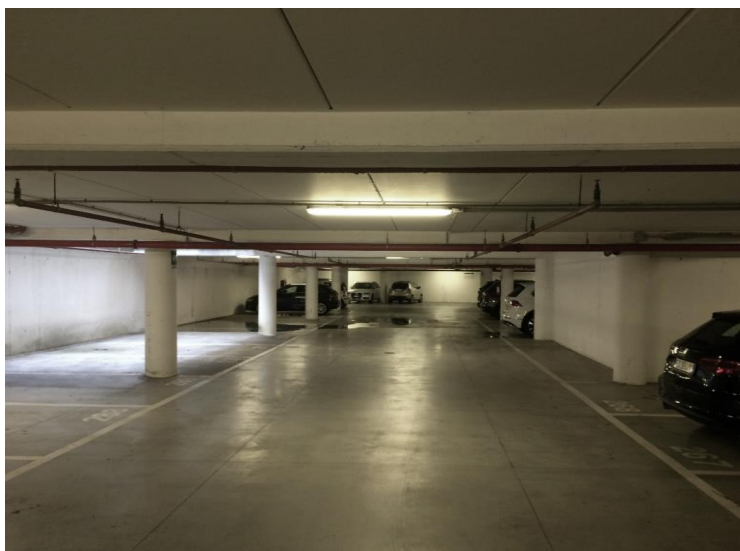
E', infatti, plausibile ipotizzare che la capacità residua di tali parcheggi possa essere utilizzata dagli utenti di Arena in arrivo da fuori Milano con il mezzo privato. Una corretta gestione e informazione dell'utenza di Arena sulle diverse modalità di arrivo alla struttura (parcheggi in adiacenza, parcheggi remoti, navetta e mezzo pubblico) potrà certamente favorire una distribuzione degli utenti sulla rete viabilistica di adduzione alla struttura, limitando i rallentamenti per gli utenti che vorranno utilizzare il mezzo privato.

I sopralluoghi ai parcheggi sono avvenuti in data 18 luglio 2019, nella fascia oraria compresa tra le 18:00 e le 19:00. Di seguito si riportano, per ogni parcheggio indagato, le risultanze delle analisi effettuate, i termini di capacità e di tasso di occupazione.

Il parcheggio di interscambio a Rogoredo risulta essere la struttura più prossima all'Arena. E' costituito da due livelli di esercizio, di cui il primo riservato agli abbonati, per una capacità complessiva di: 764 posti (di cui 650 auto, 14 disabili e 100 moto).



**Livello -1 (Abbonati)**



**Tasso di Occupazione Stimato: 50%**

*Figura 5.9: Parcheggio Santa Giulia Livello -1*

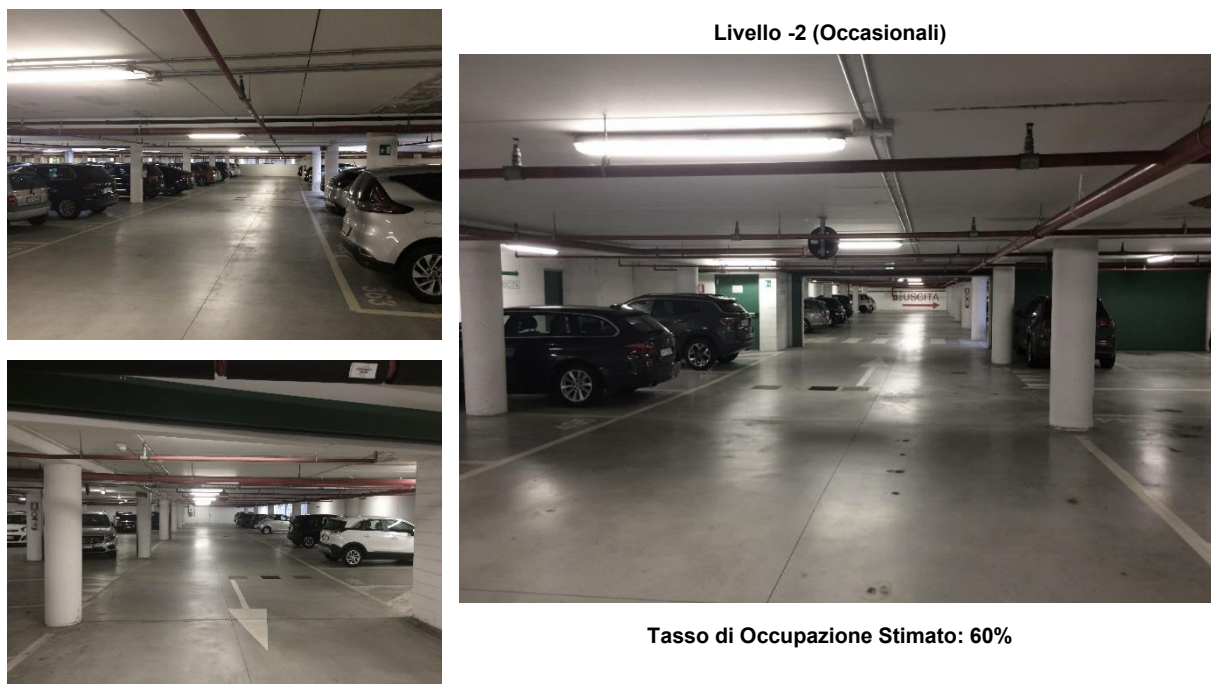


Figura 5.10: Parcheggio Santa Giulia Livello -2

I due parcheggi scambiatori di San Donato hanno, invece, una capacità maggiore. Entrambi sono costituiti da sei livelli di esercizio e le rispettive capacità sono le seguenti:

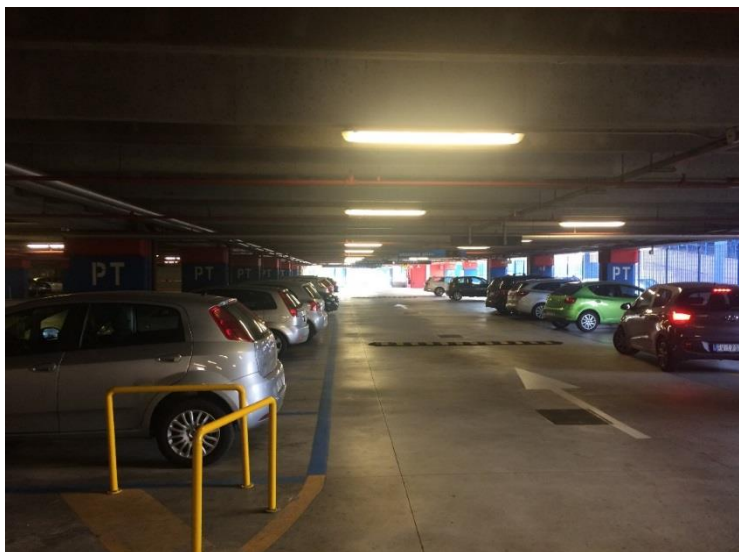
- Multipiano lato Via Emilia: 801 posti complessivi (di cui 779 auto e 22 disabili);
- Multipiano lato Pausanese: 802 posti complessivi (di cui 782 auto e 20 disabili).

Le immagini seguenti riportano l'esito del sopralluogo della struttura lato Via Emilia.



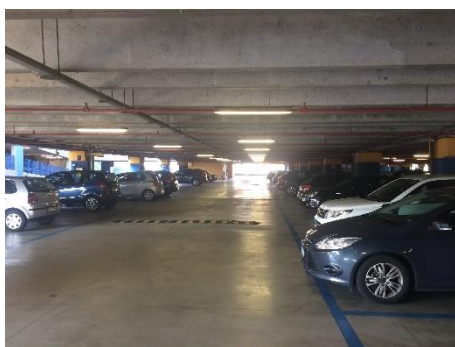
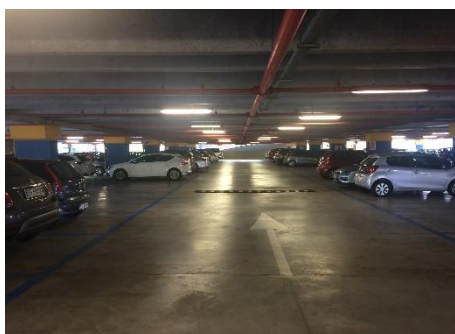


**Livello 0**

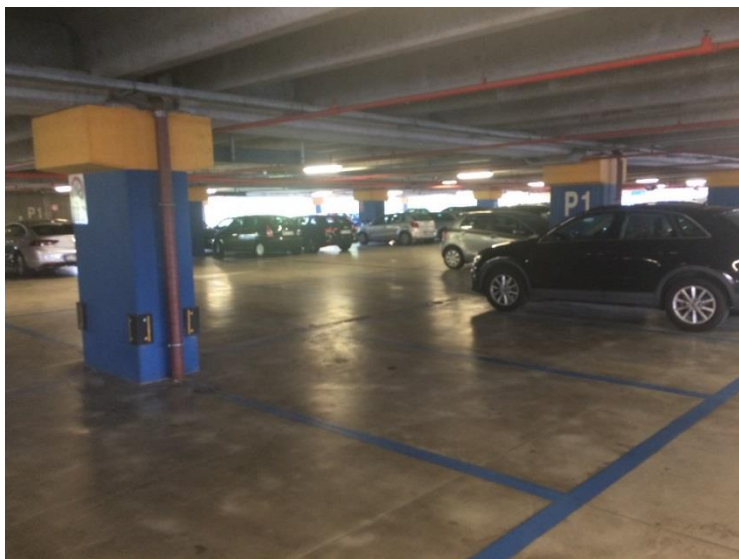


**Tasso di Occupazione Stimato: 70%**

*Figura 5.11: Parcheggio San Donato Lato Via Emilia Livello 0*

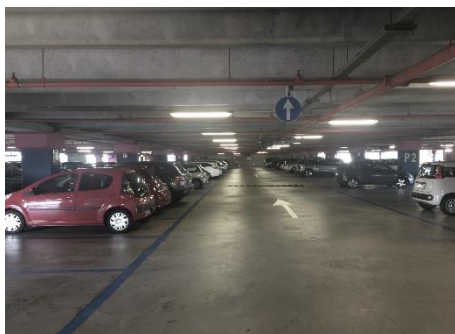


**Livello 1**

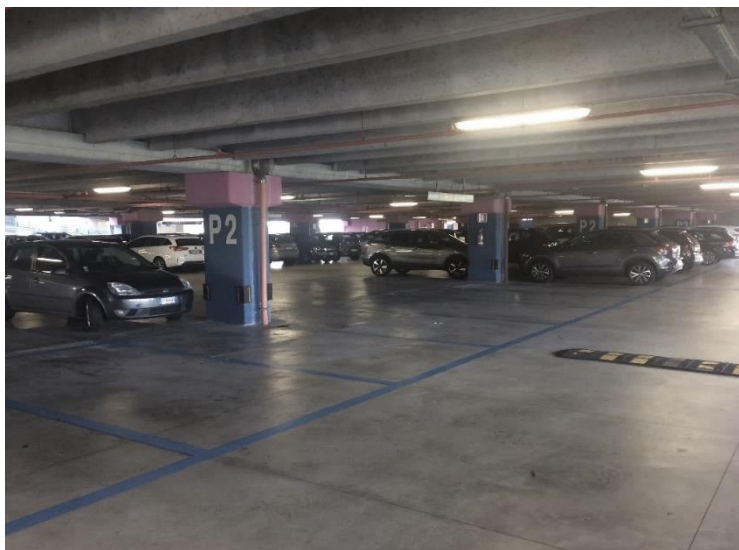


**Tasso di Occupazione Stimato: 60%**

*Figura 5.12: Parcheggio San Donato Lato Via Emilia Livello 1*

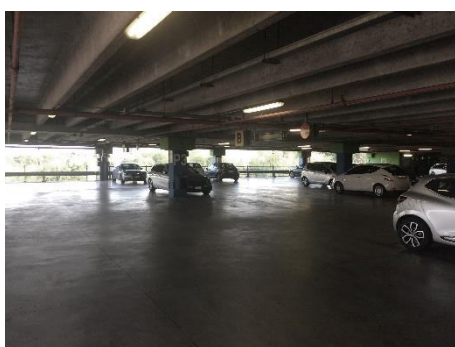
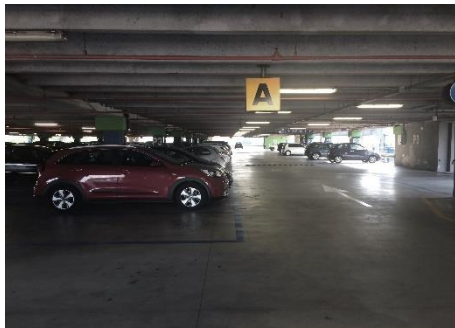


**Livello 2**

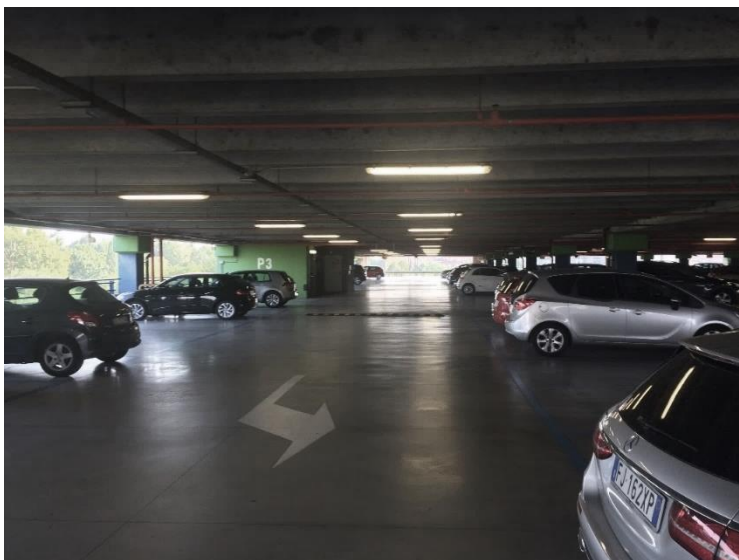


**Tasso di Occupazione Stimato: 50%**

*Figura 5.13: Parcheggio San Donato Lato Via Emilia Livello 2*



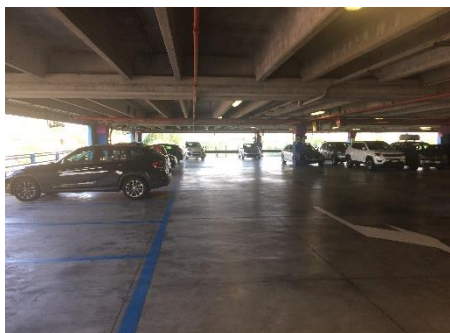
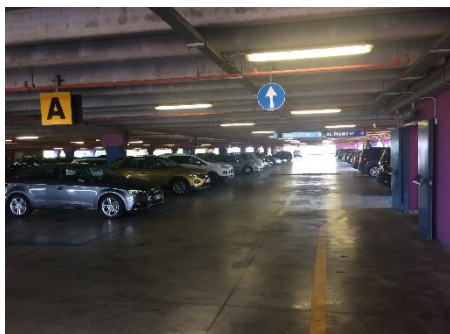
**Livello 3**



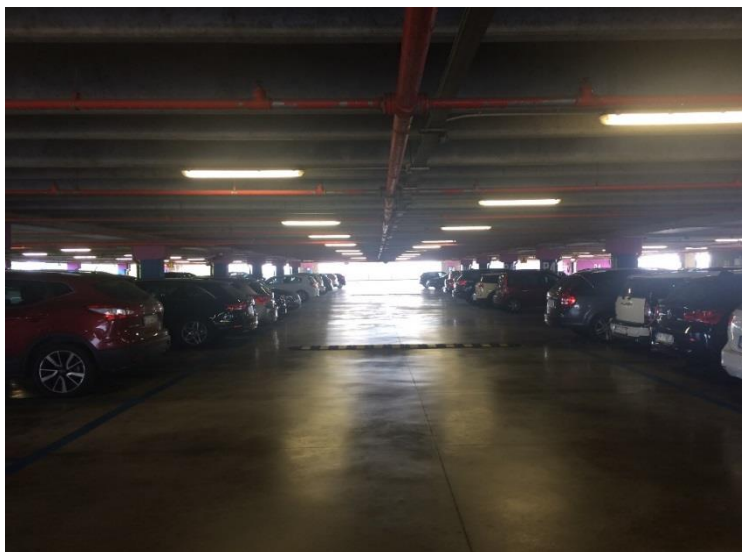
**Tasso di Occupazione Stimato: 30%**

*Figura 5.14: Parcheggio San Donato Lato Via Emilia Livello 3*



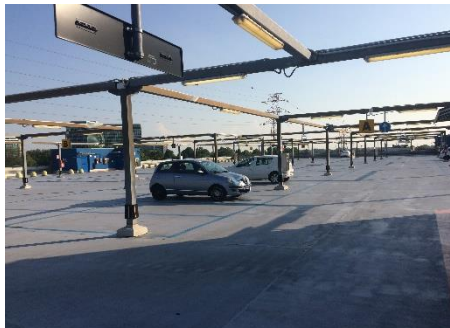


**Livello 4**



**Tasso di Occupazione Stimato: 40%**

*Figura 5.15: Parcheggio San Donato Lato Via Emilia Livello 4*



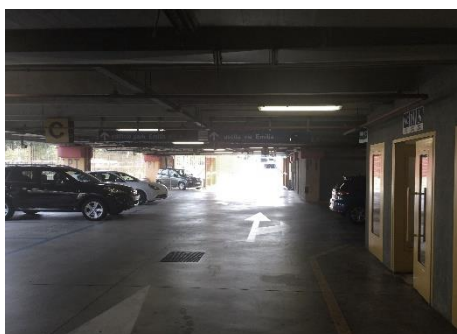
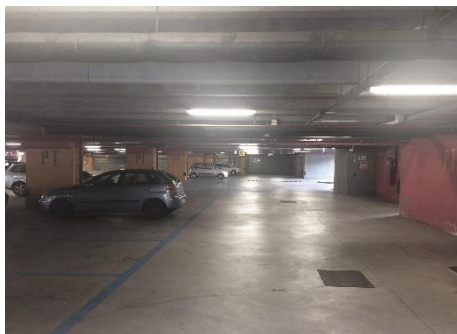
**Livello 5**



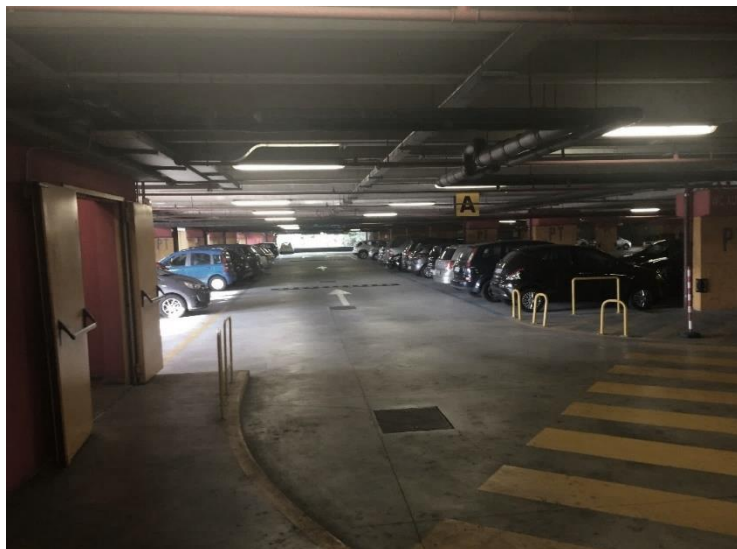
**Tasso di Occupazione Stimato: 5%**

*Figura 5.16: Parcheggio San Donato Lato Via Emilia Livello 5*

Le immagini seguenti riportano, invece, l'esito del sopralluogo della struttura lato Pauledese.

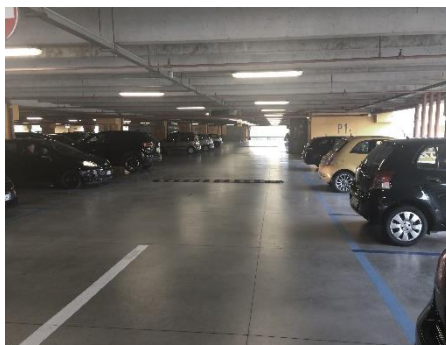
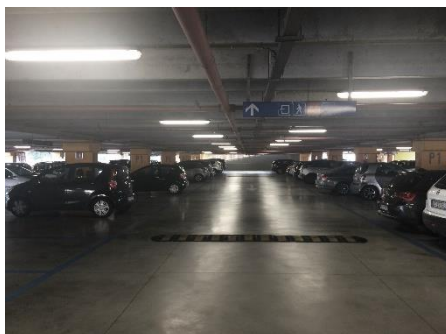


**Livello 0**

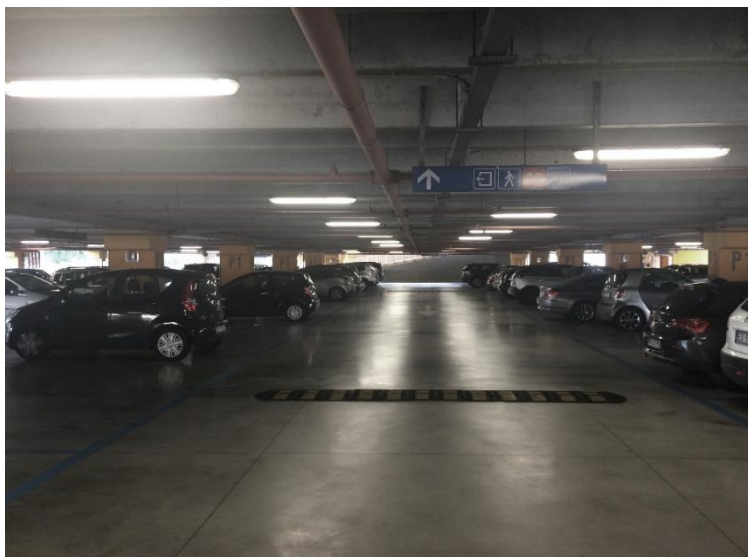


**Tasso di Occupazione Stimato: 70%**

*Figura 5.17: Parcheggio San Donato Lato Pauledese Livello 0*



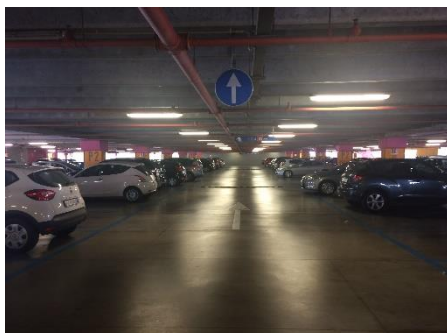
**Livello 1**



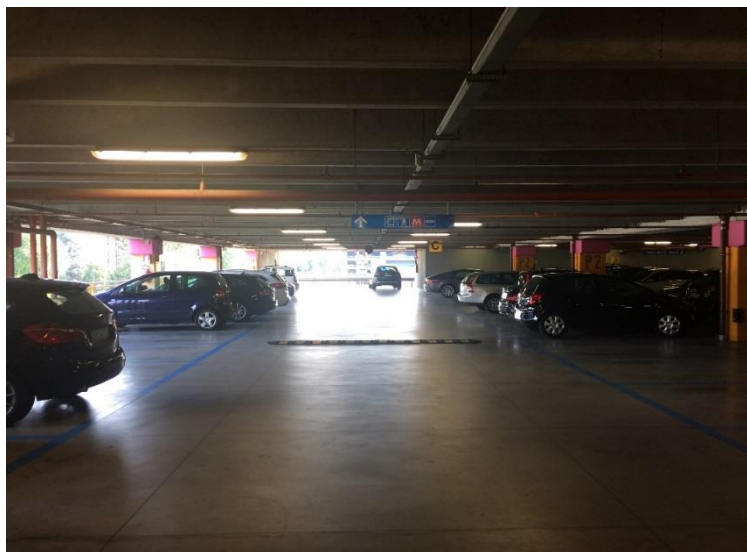
**Tasso di Occupazione Stimato: 60%**

*Figura 5.18: Parcheggio San Donato Lato Pauledese Livello 1*



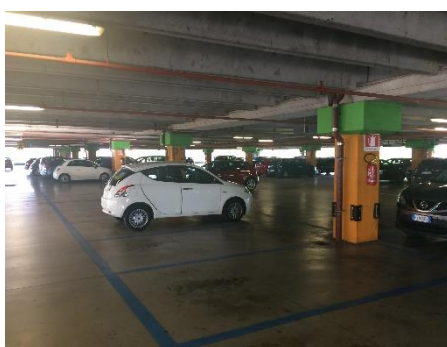
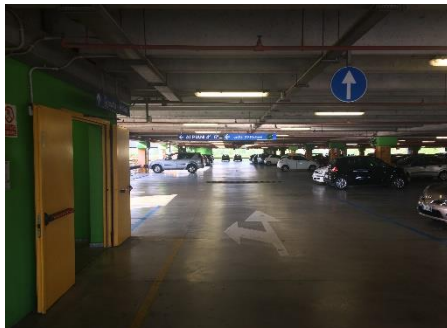


**Livello 2**

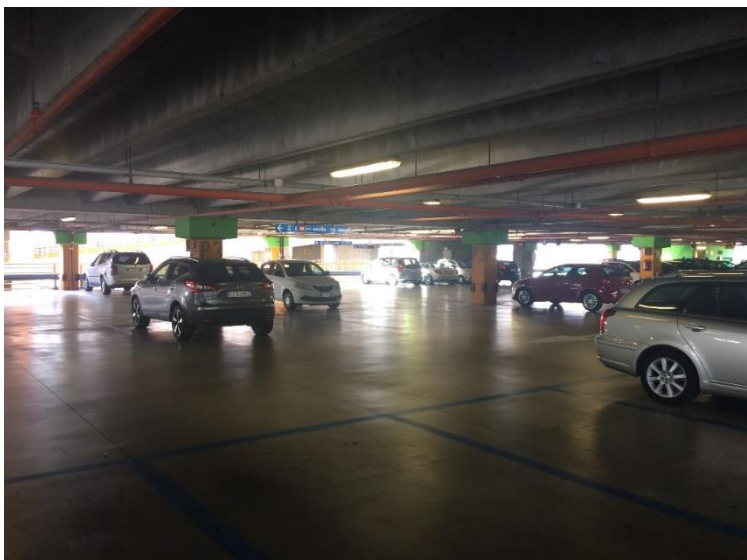


**Tasso di Occupazione Stimato: 60%**

*Figura 5.19: Parcheggio San Donato Lato Paulese Livello 2*

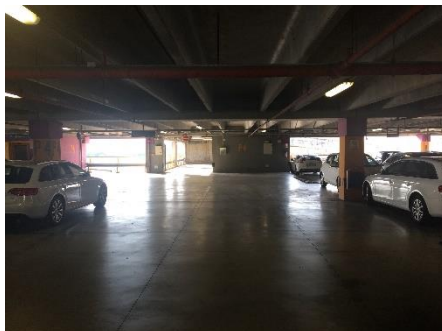
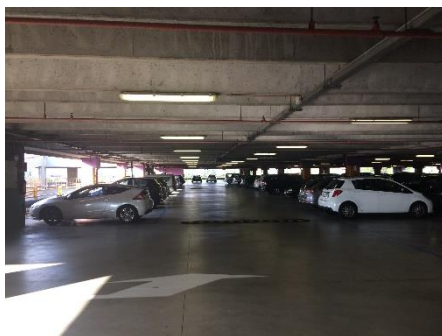


**Livello 3**



**Tasso di Occupazione Stimato: 30%**

*Figura 5.20: Parcheggio San Donato Lato Paulese Livello 3*



**Livello 4**



**Livello di Occupazione Stimato: 20%**

*Figura 5.21: Parcheggio San Donato Lato Pallese Livello 4*



**Livello 5**



**Livello di Occupazione Stimato: 5%**

*Figura 5.22: Parcheggio San Donato Lato Pallese Livello 5*

A conclusione dell'analisi si riporta una Tabella di sintesi per valutare capacità globale e residua delle strutture investigate.

|                                   | Rogoredo | San Donato (Via Emilia) | San Donato (Paulese) |
|-----------------------------------|----------|-------------------------|----------------------|
| Capacità globale                  | 764      | 801                     | 802                  |
| Occupazione Rilevata (%)          | 55%      | 43%                     | 39%                  |
| Capacità Residua                  | 344      | 457                     | 489                  |
| Capacità Residua (%)              | 45%      | 57%                     | 61%                  |
| <b>Capacità Residua Strutture</b> |          | <b>1.290</b>            |                      |
| <b>Capacità Residua Strutture</b> |          | <b>54%</b>              |                      |

Tabella 5.13: Capacità residua dei parcheggi di interscambio TM

### 5.5.7 Riepilogo scenario mobilità Arena

La stima della componente di traffico indotta dall'Arena in corrispondenza dell'ora di punta del pomeriggio si basa sia sui dati raccolti durante le campagne di indagine presso il Forum di Assago di aprile 2017 e giugno 2019 sia sulle elaborazioni dei dati storici di ATM sui tornellati alla stazione di Assago Milanofiori.

Durante la campagna di indagine del 2017 si è rilevato il numero di veicoli in ingresso ai bacini di sosta del Forum di Assago in occasione dell'evento serale infrasettimanale. Il dato è stato raccolto tramite conteggio manuale in corrispondenza dei varchi di accesso ai parcheggi.

I due eventi oggetto di monitoraggio durante la campagna di conteggio del 2017 sono stati:

- martedì 11 aprile – Concerto J-Ax e Fedez con inizio ore 21:00;
- giovedì 13 aprile - Concerto J-Ax e Fedez con inizio ore 21:00.

Si sottolinea che al fine della redazione del presente studio i dati utilizzati, derivanti dalla sopracitata campagna di indagine, risultano essere unicamente:

- il profilo degli arrivi;
- il coefficiente di occupazione veicolare.

Nel grafico a seguire si riportano i profili, in termini percentuali di flusso veicolare, in arrivo al Forum in corrispondenza dei due eventi. Analizzando le due giornate si è valutato cautelativamente di utilizzare le percentuali di incidenza oraria relative alla giornata di martedì 11, in quanto si ha una sovrapposizione maggiore con la fascia di punta cittadina.

Nella finestra temporale compresa tra le 17:30 e le 20:00, periodo in cui è stato effettuato il rilievo di traffico manuale e a cui fanno riferimento le analisi di microsimulazione dinamica descritte nel capitolo 8, in accordo con il profilo di arrivo definito nella giornata di martedì 11 aprile, si attende più del 60% degli arrivi, di cui circa il 43% nell'ora compresa tra le 19:00 e le 20:00.

Il coefficiente di riempimento veicolare medio si assume pari a 2,7, dato anche questo in linea con quanto rilevato durante la campagna di indagine al Forum di Assago di martedì 11 aprile 2017. Tale valore è calcolato come valore medio relativo all'intero periodo di indagine.



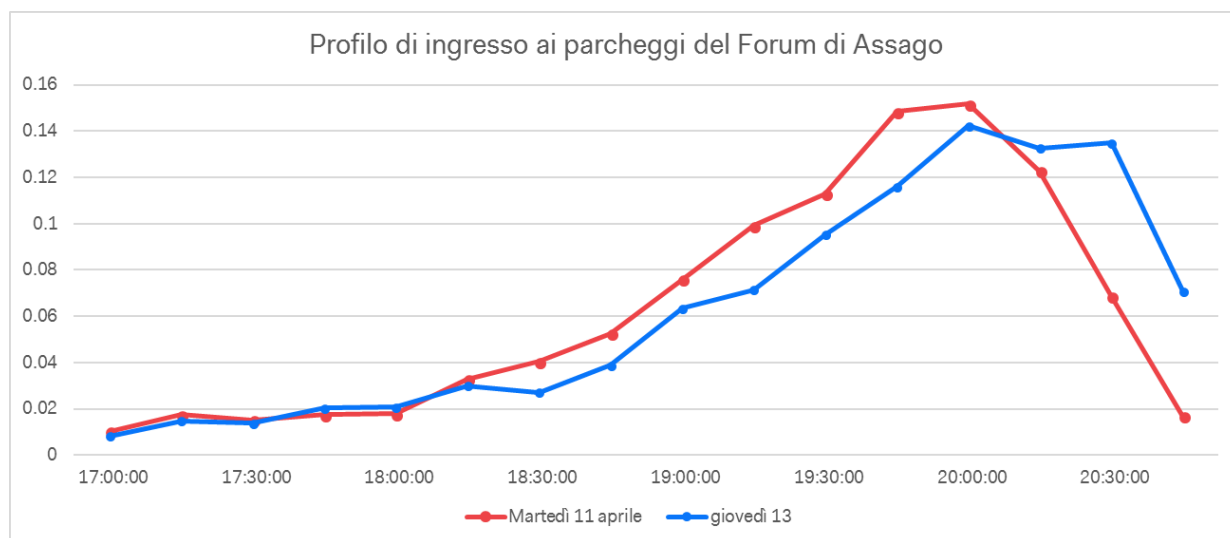


Figura 5.23: Monitoraggio traffico al Forum di Assago: profilo di arrivo ai bacini di sosta nelle giornate di martedì 11 aprile e giovedì 13 aprile 2017 (fonte Milano Santa Giulia)

In occasione degli eventi monitorati nel 2017 non era stato rilevato il dato della ripartizione modale degli spettatori e soprattutto non era disponibile il dato di affluenza complessiva registrata. Partendo dunque dal dato fornito da ATM dei saliti discesi dalla stazione Milanofiori Assago nei medesimi orari del rilievo veicolare, non è stato possibile giungere ad una valutazione corretta della quota modale su mezzo pubblico in quanto non si era a conoscenza del numero esatto di spettatori presenti alla serata.

Le risultanze emerse da questa analisi e dai dati storici ATM hanno reso necessario la realizzazione della campagna di rilievo in occasione del concerto di Phil Collins (giugno 2019) che ha avuto come obiettivo primario l'identificazione della ripartizione modale registrata tra gli spettatori dell'evento.

Dalla campagna di rilievo, accuratamente sviluppata in modo da poter restituire un dato attendibile, emerge che la quota modale a favore del mezzo pubblico, ed in particolare della M2, è pari al 25%.

In considerazione dei fattori di seguito descritti, appare ragionevole ipotizzare, per le analisi simulative, un 30% degli spostamenti su mezzo pubblico in occasione degli eventi di massima affluenza

Per quanto il Forum di Assago sia a una distanza pedonale dalla stazione della metropolitana molto più favorevole di quanto non lo sia Rogoredo, quest'ultima offre un servizio più diversificato rispetto ad Assago Forum in quanto è presente, oltre alla linea M3 della metropolitana di Milano (in direzione San Donato e Comasina), anche la stazione ferroviaria servita dalle linee dell'Alta Velocità, dai treni regionali e dalle linee del passante S1, S12, S13.

L'area di progetto sarà inoltre servita dalla futura linea tramviaria che offrirà l'interscambio con la stazione Forlanini Fs (passante S5, S6, S11 e i futuri servizi programmati) e Forlanini M4 e il servizio di trasporto oltre che dalla linea su gomma 88.

In aggiunta, come più ampiamente dettagliato al Paragrafo 5.5.8 si prevede di aggiungere un servizio di collegamento su tram nelle sole giornate di evento tra l'area di progetto e la stazione di Rogoredo.

Inoltre, l'Arena sarà operativa nel 2026, periodo in cui si ritiene di poter arrivare ai risultati di riduzione del traffico privato conseguenti alle politiche di mobilità attuate dal Comune di Milano e dalla Regione Lombardia.

Infine, le analisi effettuate sulla disponibilità residua dei parcheggi remoti di Rogoredo e San Donato, permettono di ipotizzare un uso di tali parcheggi per l'utenza non cittadina che vuole raggiungere l'Arena con il mezzo privato avendo la possibilità di utilizzare il trasporto pubblico solo per l'ultimo tratto del proprio viaggio.

Alla luce di tutte le analisi effettuate, di seguito si sintetizza il processo di stima che ha portato a quantificare l'indotto veicolare di Arena utilizzato nelle verifiche simulative.

Nel calcolo dell'indotto veicolare relativo ad Arena si ipotizza un evento che attiri una domanda pari alla capienza massima di 16.000 spettatori e che l'evento abbia inizio entro le 21:00 (medesimo orario dell'evento monitorato ad Assago).

Come detto, si assume che gli utenti di Arena utilizzino il trasporto pubblico in una percentuale pari al 30%.

| MODO       | RIPARTIZIONE MODALE | N. DI UTENTI | COEF. REIMPIMENTO VEICOLARE | TOTALE VEICOLI | COEF. CONVERSIONE VEICOLI EQUIVALENTI | TOTALE VEICOLI |
|------------|---------------------|--------------|-----------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| Auto       | 60%                 | 9.600        | 2,7                         | 3.556          | 1                                     | 3.556          |
| Moto       | 10%                 | 1.600        | 1,5                         | 1.067          | 0,5                                   | 534            |
| Altro e TP | 30%                 | 4.800        |                             |                |                                       | 4.090          |
| Totale     | 100%                | 16.000       |                             |                |                                       |                |

Tabella 5.14: Stima del traffico complessivo relazionato con Arena in corrispondenza di un evento da 16.000 spettatori

Adottando i parametri e le assunzioni precedentemente descritte si ricava che la domanda di traffico complessivamente richiamata nell'area in occasione di un evento di massima affluenza è pari a 4.090 veicoli equivalenti. Per quanto riguarda lo scenario di domanda, relativo al periodo antecedente l'evento, si stima dunque che in arrivo all'Arena siano attesi:

- 440 veicoli, pari a circa il 10,7% degli arrivi nell'intervallo orario tra le 17:30 e le 18:30, periodo in cui si registra l'ora di punta del traffico esistente (periodo oggetto di macro-simulazione di traffico); si considera questa finestra temporale quale ora di punta in quanto emerge dai rilievi di traffico che, in questa specifica area, corrisponde al momento di massimo carico veicolare;
- 2.584 veicoli, pari a circa il 61% degli ingressi, tra le 17:30 e le 20:00 (periodo oggetto di microsimulazione di traffico); il modello di microsimulazione indaga un periodo più ampio proprio per consentire la verifica dell'impatto dell'Arena nel momento di massima affluenza alla struttura. Si rimanda al paragrafo 8.5 per una descrizione più dettagliata dei profili di flusso utilizzati nel modello di traffico.

In relazione ad Arena si considera anche una quota di spostamenti indotti dagli addetti; da un confronto diretto con il futuro gestore della struttura sono stati ipotizzati circa 70 spostamenti nell'ora di punta del mattino; nell'ora di punta della sera, in occasione di eventi di massima affluenza, si ipotizza che gli addetti si muovano in orari differenti rispetto ai visitatori e quindi non si ipotizzano spostamenti connessi a questa categoria di utenti.

### 5.5.8 Preliminare dimensionamento del Servizio Tram Navetta

Il dimensionamento del servizio tram in sostegno alla linea esistente si basa sull'ipotesi che gli utenti dell'Arena utilizzino il sistema di trasporto pubblico in una percentuale pari al 30%, come da elaborazioni e analisi riportate nei paragrafi precedenti. Tale percentuale fa riferimento agli utenti che potrebbero gravitare sulla stazione di Rogoredo e, cautelativamente, non considera l'eventuale quota di passeggeri che potranno utilizzare i servizi di linea su gomma e il futuro tram.

Come mostrato nelle Tabelle a seguire, ipotizzando due diverse tipologie di tramvia con due relative capacità si possono ottenere dei range di frequenza di esercizio ottimale in grado di sostenere la domanda.

| Scenario Arena IN   |                |
|---|----------------|
| Capacità Arena  | 16.000 posti   |
| Percentuale Modal Share TPL   | 30%            |
| Percentuale Ora di punta (derivate dal Profilo del Modello di microsimulazione) | 54%            |
| Capacità Tramvia  |                |
| Ipotesi 1   | 200 posti      |
| Ipotesi 2   | 250 posti      |
| <b>Frequenza Oraria</b>   |                |
| <b>Ipotesi 1</b>  | <b>4,5 min</b> |
| <b>Ipotesi 2</b>  | <b>6 min</b>   |

Tabella 5.15: Servizio Tramviario Arena IN

Per quanto riguarda l'ipotesi di dimensionamento nello scenario di Arena OUT, si è mantenuta fissa la quota parte di riparto modale relativo al trasporto pubblico, pari al 30%, ma si è considerata una percentuale di utilizzo nell'ora di punta della potenziale tramvia pari all'80%.

Tenendo fissa la frequenza minima di esercizio della linea a 4 minuti, si è ricavato il numero di utenti dell'Arena potenzialmente serviti dalla tramvia. Come nello scenario Arena IN, si sono valutate due diverse capacità dei tram (200 posti e 250 posti). I risultati sono riportati nella seguente Tabella.

| Scenario Arena OUT                       |                         |
|--|-------------------------|
| Capacità Arena                           | 16.000 posti            |
| Percentuale Modal Share TPL              | 30%                     |
| Percentuale Ora di punta                 | 80%                     |
| Capacità Tramvia                         |                         |
| Ipotesi 1                                | 200 posti               |
| Ipotesi 2                                | 250 posti               |
| Frequenza minima di esercizio Ipotizzata | 4 min                   |
| <b>Utenza massima linea</b>              |                         |
| <b>Ipotesi 1</b>                         | <b>(3.000 pax) 78 %</b> |
| <b>Ipotesi 2</b>                         | <b>(3.750 pax) 98 %</b> |

Tabella 5.16: Servizio Tramviario Arena OUT

Come si evince dalle risultanze sopra riportate, nello scenario che considera l'arrivo degli utenti ad Arena (Arena IN), il servizio di tram navetta riesce a soddisfare la totalità della domanda. Nello scenario che considera, invece, l'uscita degli utenti alla fine di un evento (Arena OUT), solo una quota residuale non viene soddisfatta dal servizio di tram navetta; tale quota si ipotizza verrà assorbita dai servizi di trasporto pubblico già in essere (su gomma o ferro) e da spostamenti pedonali.

## 5.6 Stima della Domanda di Mobilità del progetto Montecity – Sintesi

La complessità del mix funzionale che si andrà a realizzare e la dimensione complessiva dell'intervento impongono una riflessione circa la quota di spostamenti aggiuntivi che realmente andrà a gravare sulla viabilità esterna.

Nel campo della pianificazione dei trasporti è internazionalmente riconosciuto che la stima della domanda di traffico indotto dalla realizzazione di un intervento dalle caratteristiche e dimensioni quali quello di Montecity - Rogoredo non può corrispondere alla sommatoria degli spostamenti relazionati con ogni differente destinazione d'uso ma deve considerare e quantificare la quota di relazioni che si consuma internamente al comparto.

Basandosi dunque sulla letteratura internazionale – in particolare il Manuale NCHRP rep. 684 – Enhancing Internal Trip Capture Estimation –, sono state calcolate, per le due finestre di punta della giornata, le quote di spostamenti che avvengono internamente al comparto.

Nelle Tabelle a seguire si riportano, per i due periodi di studio, i persi percentuali delle relazioni considerate quale quota di spostamenti che non andrà a gravitare sulla viabilità esterna, in quanto relazioni di breve raggio che si assume saranno effettuate con modalità di trasporto alternative al mezzo privato.

Si riporta a seguire la Tabella 5.17 riassuntiva della quota di domanda relazionata con il comparto di progetto per ogni periodo.

for trips ORIGINS (NCHRP rep. 684)

| From/to             | Commercio | Arena | Ricettivo | Terziario | Residenziale |
|---------------------|-----------|-------|-----------|-----------|--------------|
| <b>Commercio</b>    | 0         | 0%    | 0%        | 29%       | 14%          |
| <b>Arena</b>        | 0%        | 0     | 0%        | 0%        | 0%           |
| <b>Ricettivo</b>    | 14%       | 0%    | 0         | 75%       | 0%           |
| <b>Terziario</b>    | 28%       | 0%    | 0%        | 0         | 1%           |
| <b>Residenziale</b> | 1%        | 0%    | 0%        | 2%        | 0            |

for trips DESTINATIONS (NCHRP rep. 684 )

| From/to             | Commercio | Arena | Ricettivo | Terziario | Residenziale |
|---------------------|-----------|-------|-----------|-----------|--------------|
| <b>Commercio</b>    | 0         | 0%    | 0%        | 4%        | 2%           |
| <b>Arena</b>        | 0%        | 0     | 0%        | 0%        | 0%           |
| <b>Ricettivo</b>    | 4%        | 0%    | 0         | 3%        | 0%           |
| <b>Terziario</b>    | 32%       | 0%    | 0%        | 0         | 0%           |
| <b>Residenziale</b> | 17%       | 0%    | 0%        | 3%        | 0            |

Tabella 5.17: Valori di "internal capture": matrici delle relazioni origine / destinazioni nel periodo di punta del mattino



| Scenario Progetto     | SLP (m2)     | TG totale    |            | Internal Capture |           | TG FINALE    |            |              |
|-----------------------|--------------|--------------|------------|------------------|-----------|--------------|------------|--------------|
|                       |              | AM IN        | AM OUT     | IN               | OUT       | IN           | OUT        | TOT          |
| Esselunga             | 15,000       | 63           | 1          | 3                | 0         | 60           | 1          | 60           |
| Distretto commerciale | 55,000       | 292          | 7          | 15               | 3         | 277          | 4          | 280          |
| Arena                 | 16,000 posti | 66           | 3          | 0                | 0         | 66           | 3          | 69           |
| Ricettivo             | 25,000       | 95           | 81         | 0                | 19        | 95           | 62         | 157          |
| Terziario             | 86,109       | 569          | 23         | 18               | 3         | 551          | 20         | 571          |
| Residenziale (tot)    | 227,355      | 101          | 593        | 1                | 13        | 100          | 580        | 679          |
| Funzioni compatibili  | 5,292        | 29           | 1          | 1                | 0         | 27           | 1          | 27           |
| <b>TOT</b>            |              | <b>1,215</b> | <b>709</b> | <b>38</b>        | <b>38</b> | <b>1,176</b> | <b>671</b> | <b>1,843</b> |

Tabella 5.18: Ora di punta del mattino: domanda di traffico indotta dalla realizzazione del PII

Come indicato in Tabella 5.18 si considera che nello scenario di progetto graviteranno complessivamente nella finestra di punta del mattino 1,843 spostamenti veicolari, 1,176 veicoli in ingresso all'area e 671 in uscita; tali valori considerano anche gli spostamenti veicolari indotti dalla realizzazione dei nuovi edifici a carattere terziario previsti nell'area sud del PII (cfr. Tabella 5.6).

A seguire si riportano le Tabelle che indicano i coefficienti utilizzati nel calcolo degli spostamenti interni al comparto: si sottolinea che in via cautelativa non si considera alcuna interazione tra Arena e Commercio, così come non si considera che ci siano quote di traffico interno che si relaziona con i comparti limitrofi di nuova edificazione.

for trips ORIGINS (NCHRP rep. 684)

| From/to             | Commercio | Arena | Ricettivo | Terziario | Residenziale |
|---------------------|-----------|-------|-----------|-----------|--------------|
| <b>Commercio</b>    | 0         | 0%    | 5%        | 2%        | 26%          |
| <b>Arena</b>        | 0%        | 0     | 0%        | 0%        | 0%           |
| <b>Ricettivo</b>    | 16%       | 0%    | 0         | 0%        | 2%           |
| <b>Terziario</b>    | 20%       | 0%    | 0%        | 0         | 2%           |
| <b>Residenziale</b> | 42%       | 0%    | 3%        | 4%        | 0            |

Tabella 5.19: Parametri usati per la stima degli spostamenti per le diverse funzioni

for trips DESTINATIONS (NCHRP rep. 684)

| From/to             | Commercio | Arena | Ricettivo | Terziario | Residenziale |
|---------------------|-----------|-------|-----------|-----------|--------------|
| <b>Commercio</b>    | 0         | 0%    | 17%       | 31%       | 46%          |
| <b>Arena</b>        | 0%        | 0%    | 0%        | 0%        | 0%           |
| <b>Ricettivo</b>    | 0%        | 0%    | 0         | 0%        | 0%           |
| <b>Terziario</b>    | 8%        | 1%    | 0%        | 0         | 4%           |
| <b>Residenziale</b> | 10%       | 0%    | 12%       | 57%       | 0            |

Tabella 5.20: valori di "internal capture": matrici delle relazioni origine / destinazioni nel periodo di punta della sera

| Scenario Progetto    | SLP (m2)     | TG totale    |              | Internal Capture |            | TG FINALE    |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|------------|--------------|--------------|--------------|
|                      |              | PM IN        | PM OUT       | IN               | OUT        | IN           | OUT          | TOT          |
| Esselunga            | 15,000       | 931          | 620          | 57               | 108        | 873          | 512          | 1,386        |
| Centro commerciale   | 55,000       | 1,660        | 1,101        | 100              | 189        | 1,560        | 913          | 2,473        |
| Arena                | 16,000 posti | 454          | 0            | 0                | 0          | 454          | 0            | 454          |
| Ricettivo            | 25,000       | 92           | 59           | 25               | 0          | 67           | 59           | 126          |
| Terziario            | 86,109       | 57           | 409          | 20               | 38         | 19           | 371          | 390          |
| Residenziale (tot)   | 227,355      | 637          | 302          | 296              | 148        | 341          | 154          | 495          |
| Funzioni compatibili | 5,292        | 78           | 116          | 5                | 20         | 73           | 96           | 170          |
| <b>TOT</b>           |              | <b>3,908</b> | <b>2,608</b> | <b>502</b>       | <b>502</b> | <b>3,388</b> | <b>2,106</b> | <b>5,493</b> |

Tabella 5.21: Ora di punta della sera: domanda di traffico indotta dalla realizzazione del PII

Per quanto riguarda l'ora di punta del pomeriggio, che sarà oggetto anche di micro-simulazione come meglio descritto in seguito, la domanda di traffico relazionata con l'area di progetto, nella sera di venerdì in cui si prevede un evento di massima affluenza all'Arena corrisponde a 5,493 spostamenti. Tale valore considera che esista una quota pari a 502 spostamenti interni all'area che si assumono a carattere ciclopeditale.

I valori sopra riportati considerano la quota di spostamenti legati alle funzioni sviluppate nel comparto SUD (cfr. Tabella 5.6).

Data la particolare collocazione geografica dell'intervento, la dimensione della superficie commerciale prevista e la presenza di Arena, si ritiene fondamentale l'individuazione del possibile bacino di utenza, per individuare la distribuzione dei flussi veicolari sulle principali direttrici di provenienza e conseguentemente dimensionare i nodi di accesso all'area.

L'analisi, supportata da una piattaforma GIS a scala regionale, consente di individuare la popolazione servita dalla struttura in relazione al tempo di viaggio necessario per raggiungerla.

Per valutare il bacino di utenza del distretto commerciale è stata sviluppata una analisi di accessibilità isocrona che ha consentito di individuare, in relazione allo scenario infrastrutturale futuro, la popolazione in grado di raggiungere l'area di intervento nel tempo complessivo di viaggio di un'ora.

Successivamente, sempre attraverso l'utilizzo dello strumento GIS è stata stimata la distribuzione della popolazione servita sulle direttrici che offrono accessibilità diretta all'area.

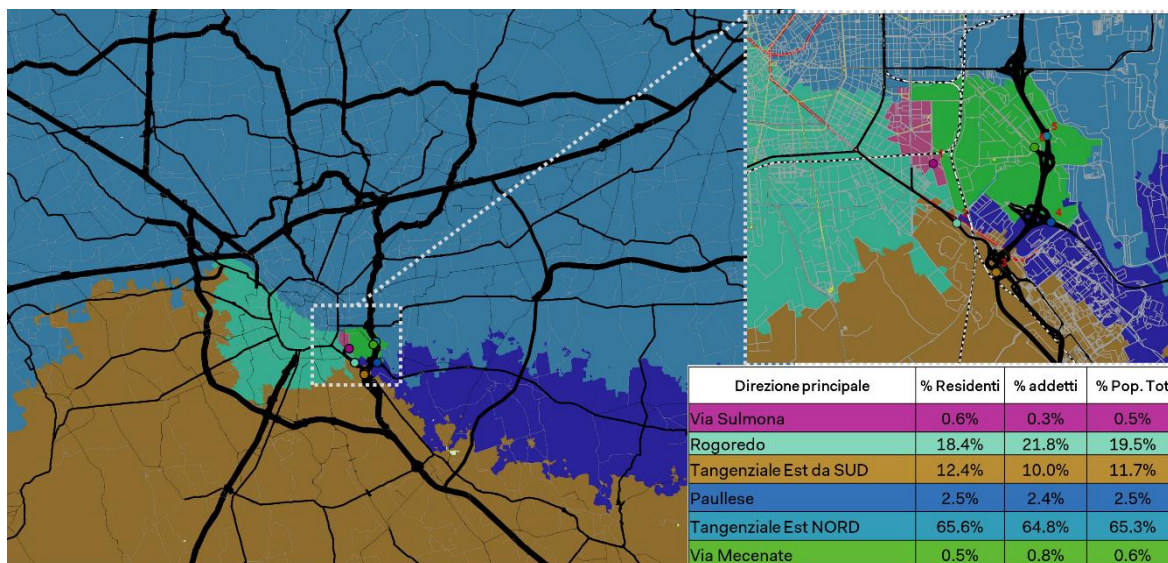


Figura 5.24: Individuazione del bacino di utenza gravitante sulle possibili direttrici di accesso all'area

Si sottolinea che l'analisi è sviluppata tramite strumentazione GIS per informare il modello di traffico a scala urbana circa la distribuzione della domanda di traffico relazionata con Milano Santa Giulia.

In fase di assegnazione le percentuali di distribuzione a scala locale sulle diverse direttrici, risultano differenti da quelle evidenziate nell'immagine precedente perché il modello di traffico tiene conto del livello di congestione della rete e del diverso costo di trasporto dei possibili percorsi che garantiscono ogni relazione origine destinazione.

## 5.7 Stima della domanda indotta dagli interventi urbanistici limitrofi

Si deve ricordare che nel quadrante urbano di riferimento sono già pianificati altri interventi di trasformazione urbanistica che saranno operativi nell'orizzonte temporale di realizzazione del PII.

In particolare, prendendo atto delle indicazioni fornite dal settore mobilità del Comune si considera nello scenario di riferimento, su cui andranno a svilupparsi le analisi di impatto viabilistico indotto dalla realizzazione del PII, il completamento dei seguenti 3 interventi.

1. PRERP via Merezzate (58.455 mq di slp di residenza);
2. PdC via dei Pestagalli (46.992mq di terziario – <http://www.connectocenter.it/>);
3. Riqualficazione dell'area "Ex magazzini Commissariato Taliedo" in via Bonfadini (33.222 mq di residenza, 1.596 mq di commercio e 617 mq di terziario).

Trattandosi di destinazioni ad uso prevalentemente terziario e residenziale l'indotto veicolare in corrispondenza dell'ora di punta del mattino e della sera è stato calcolato applicando la metodologia di calcolo di AMAT, inserendo per ciascun intervento la zona BVR corrispondente. La quota di funzioni commerciali è stata considerata come commercio di vicinato.

| Progetto      |     |                    |        | Indotto AM |         | Indotto PM |         |
|---------------|-----|--------------------|--------|------------|---------|------------|---------|
|               |     |                    |        | IN         | OUT     | IN         | OUT     |
| ID intervento | BVR | Funzione           | SL     | veh eq.    | veh eq. | veh eq.    | veh eq. |
| Merezzate     | 432 | Residenziale       | 58.455 | 26         | 149     | 159        | 76      |
| Pestagalli    | 442 | Terziario          | 46.992 | 350        | 13      | 80         | 319     |
| Bonfadini     | 425 | Residenziale       | 33.222 | 12         | 79      | 74         | 39      |
| Bonfadini     | 425 | Commercio Vicinato | 1.596  | 8          | 0       | 21         | 32      |
| Bonfadini     | 425 | Terziario          | 617    | 4          | 0       | 0          | 3       |

Tabella 5.22: Stima del traffico indotto dalle trasformazioni urbanistiche pianificate nell'intorno dell'area di studio (periodo di punta del mattino e della sera)

Inoltre nella zona a SUD del PII sono ad oggi in costruzione/permesso di costruire dei nuovi edifici a carattere prevalentemente terziario, la cui realizzazione si ipotizza completata nell'orizzonte temporale dello scenario di riferimento. Di seguito si riporta indicazione del processo di stima dell'indotto veicolare relativo a questa quota di superfici private.

|             |     |                      |        | AM        |             | PM         |             |
|-------------|-----|----------------------|--------|-----------|-------------|------------|-------------|
|             |     |                      |        | IN veh.eq | OUT veh. eq | IN veh. eq | OUT veh. eq |
| PII MSG SUD | 428 | Terziario            | 46.293 | 284       | 12          | 29         | 209         |
| PII MSG SUD | 428 | Funzioni compatibili | 2.523  | 11        | 0           | 34         | 51          |

Tabella 5.23: Stima del traffico indotto dalla realizzazione dei comparti terziari di Milano Santa Giulia a Sud

Infine, nello scenario di riferimento si sono considerati anche i veicoli aggiuntivi indotti dalla realizzazione del Centro Commerciale Westfield a Segrate. Il numero di veicoli considerati nello scenario di riferimento nell'ora di punta della sera è stato dedotto a partire dai valori del sabato sera presenti nella relazione "assetto flussi di traffico" redatta da Tandem srl nel giugno 2015 per lo Studio di Impatto Ambientale della realizzazione del Centro Commerciale. I valori inseriti nel modello pomeridiano di riferimento sono, quindi, 585 in direzione sud-nord e 363 in direzione nord-sud; mentre la domanda veicolare futura connessa alla realizzazione di Westfield non è considerata nell'ora di punta della mattina.

## 6 Verifica del dimensionamento del sistema di sosta

Il presente capitolo illustra il procedimento di stima della domanda di sosta e la conseguente verifica del reperimento della stessa all'interno dell'area di progetto.

Il sistema di sosta si suddivide, come meglio illustrato nella tav. PR15, in sosta pertinenziale, dedicata ai residenti e agli addetti delle funzioni insediate e sosta dedicata ai visitatori.

La sosta pertinenziale viene dimensionata nel rispetto delle dotazioni previste dalla Legge 122/1989 per tutte le funzioni insediate, ad eccezione della sosta realizzata all'interno dell'Unità di Coordinamento Progettuale 21D denominato "Esselunga" il cui dimensionamento, pari a circa 1.800 posti auto, è stato effettuato dall'operatore sulla base delle numerose esperienze di realizzazione e di gestione di strutture similari e sul desiderato livello di comfort offerto ai propri clienti.

Si considera sosta pertinenziale anche quella relazionata alle funzioni alberghiere, le quali reperiranno la sosta necessaria a soddisfare la propria domanda di addetti e visitatori all'interno delle pertinenze dell'edificio in una fase di sviluppo progettuale successiva.

Nelle pagine a seguire si descrive dunque il processo analitico sviluppato in relazione al dimensionamento della sosta destinata ai visitatori.

In particolare, si illustra il calcolo del fabbisogno di parcheggio relativo ai visitatori delle due grandi funzioni di valenza sovra-comunale, ossia il distretto commerciale e l'Arena e, successivamente, quello relativo alle funzioni residenziali (residenza libera e residenza convenzionata), terziario e commercio di vicinato. Le stime sono state realizzate considerando le superfici (SL) di progetto destinate ad ogni funzione.

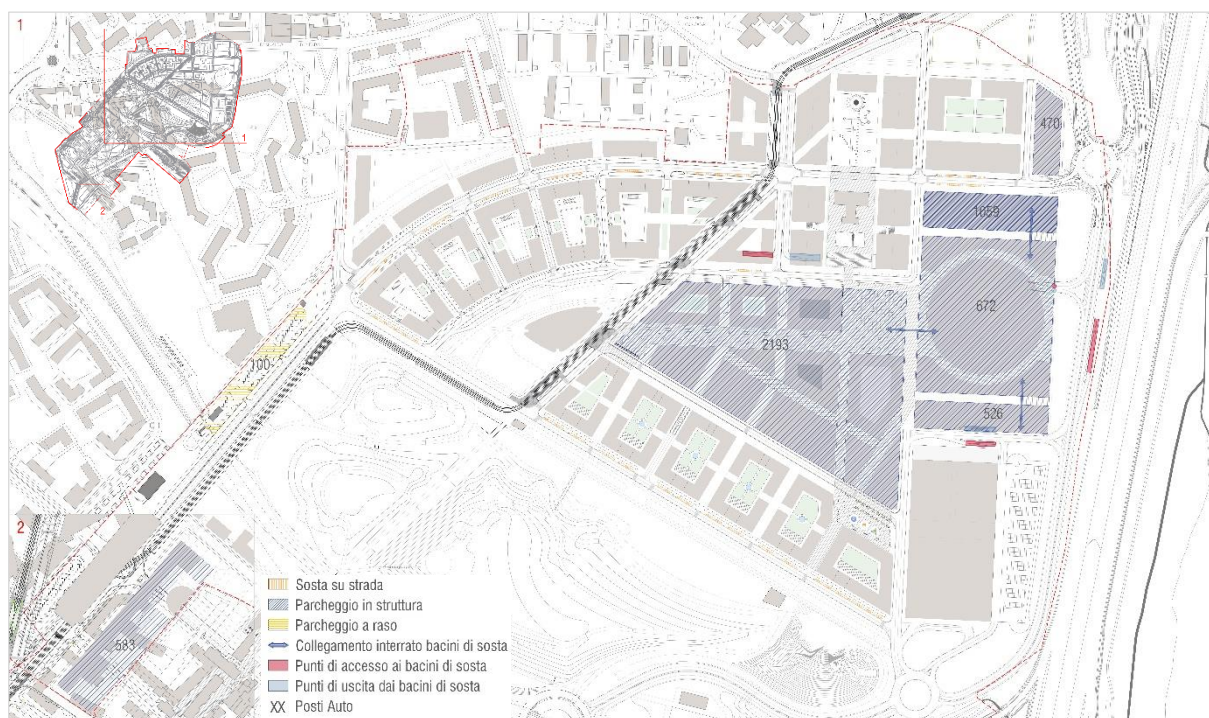


Figura 6.1: Dotazione di sosta ad uso pubblico **NB IMMAGINE DA MODIFICARE**

Nella tavola PR15 è individuata la dotazione di sosta reperita all'interno dell'area di progetto: i principali bacini di sosta per visitatori sono localizzati nel lotto del centro commerciale e di Arena, dove sono previsti, oltre ai parcheggi in interrato, anche due strutture multipiano agli estremi nord e sud dell'impianto viabilistico e un parcheggio aggiuntivo in struttura nell'area più a nord.



Si prevede inoltre l'introduzione di sosta su strada lungo la viabilità fronte parco e la viabilità denominata "Crescent". A servizio delle zone residenziali si prevede inoltre la realizzazione di un parcheggio di superficie lungo via Sordello di 100 posti auto.

Inoltre la Proposta di Variante del PII in oggetto prevede la realizzazione di un nuovo parcheggio interrato ad uso pubblico in via Monte Penice (parcheggio Conservatorio), per una capienza totale di 200 posti auto.

## 6.1 Stima del fabbisogno di sosta Distretto commerciale e Arena

Per comprendere le reali esigenze di fabbisogno di sosta destinata ai visitatori delle due funzioni in oggetto, è stato sviluppato un processo di *"parking generation"* andando a quantificare il dimensionamento della dotazione di sosta sulla base della domanda di occupazione dei bacini relativi alle funzioni commerciali e all'Arena. La stima si è basata sullo sviluppo di diversi scenari di domanda che vedono possibili combinazioni di sovrapposizione dei picchi di affluenza alle due diverse funzioni.

Tale processo, a partire dalle superfici di progetto, ripartite per le diverse funzioni, consente di arrivare a stimare la domanda massima di sosta che la contemporaneità di affluenza alle diverse funzioni (commercio e Arena) può determinare. Sulla base dell'analisi dei diversi picchi di domanda è dunque possibile individuare il dimensionamento ottimale che l'intervento di progetto dovrà garantire.

Per la funzione Arena si considerano i seguenti scenari di domanda:

- **Evento da 16.000** spettatori nella sera di venerdì con inizio alle ore 21:00;
- **Evento pomeridiano da 12.000** spettatori nella giornata di sabato con inizio alle 18:00

Le ipotesi assunte per la stima della domanda di sosta per il comparto Arena sono le medesime utilizzate per la stima della domanda di traffico e sintetizzate nelle tre Tabelle a seguire:

| MODO       | RIPARTIZIONE MODALE | N. DI UTENTI  | COEFFICIENTE RIEMPIMENTO VEICOLARE | N. DI VEICOLI |
|------------|---------------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| Auto       | 60%                 | 9.600         | 2,7                                | <b>3.556</b>  |
| Moto       | 10%                 | 1.600         | 1,5                                | 1.067         |
| Altro e TP | 30%                 | 4.800         |                                    |               |
| Totale     | 100%                | <b>16.000</b> |                                    |               |

Tabella 6.1: stima della domanda di sosta per evento da 16.000 spettatori

| MODO          | RIPARTIZIONE MODALE | N. DI UTENTI  | COEFFICIENTE RIEMPIMENTO VEICOLARE | TOTALE VEICOLI |
|---------------|---------------------|---------------|------------------------------------|----------------|
| Auto          | 60%                 | 7.200         | 2,7                                | <b>2.667</b>   |
| Moto          | 10%                 | 1.200         | 1,5                                | 800            |
| Altro e TP    | 30%                 | 3.600         |                                    |                |
| <b>Totale</b> | <b>100%</b>         | <b>12.000</b> |                                    |                |

Tabella 6.2: stima della domanda di sosta per evento da 12000 spettatori

Per quanto riguarda il distretto commerciale da 55.000 mq di SL, all'interno dei quali si prevede di sviluppare 28.000 mq di superficie di vendita, il processo di stima della domanda di sosta prende avvio dalla stima dei visitatori giornalieri attesi nella giornata di massima affluenza, assunta nel giorno di sabato.

Sulla base della banca dati a disposizione della scrivente, riferita a strutture analoghe in territorio italiano, si stima che tale valore sia di circa 30.000 visitatori /giorno.

Per stimare il numero di ingressi veicolari si introduce l'ipotesi che l'80% dei visitatori utilizzi il mezzo privato e che il coefficiente di riempimento veicolare medio sia pari a 2,5 persone/veicolo.

Assumendo tali ipotesi si stima, dunque, nella giornata di massima affluenza (sabato), un valore di 9.600 veicoli in ingresso all'area commerciale. I veicoli in ingresso all'area commerciale nella giornata di sabato sono stati distribuiti nelle ore di apertura secondo il profilo illustrato nell'immagine a seguente. Per individuare l'ora di occupazione massima si è ipotizzato un tempo medio di permanenza pari a 2 ore.

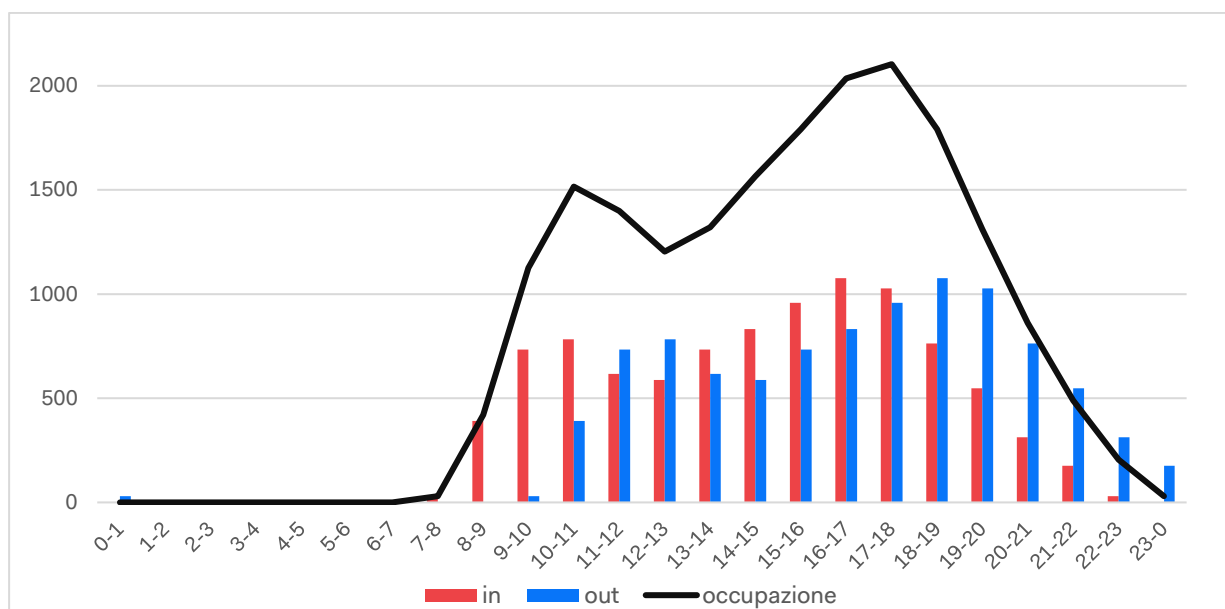


Figura 6.2: Profilo ingresso e uscita dei clienti nella giornata di SABATO e relativo profilo di occupazione

Applicando dunque tutti i fattori di calcolo sopra presentati si stima una domanda di sosta massima nell'ora compresa tra le 17:00 e le 18:00 del sabato pari a 2.104 vetture.

I profili di accesso alle strutture commerciali nelle giornate di venerdì si distribuiscono nella giornata secondo il profilo di seguito riportato. Anche in questo caso si assume un tempo di permanenza medio di 2 ore, fattore cautelativo ai fini della stima della domanda di sosta in quanto si riduce il fattore di turnazione di ogni posto auto.

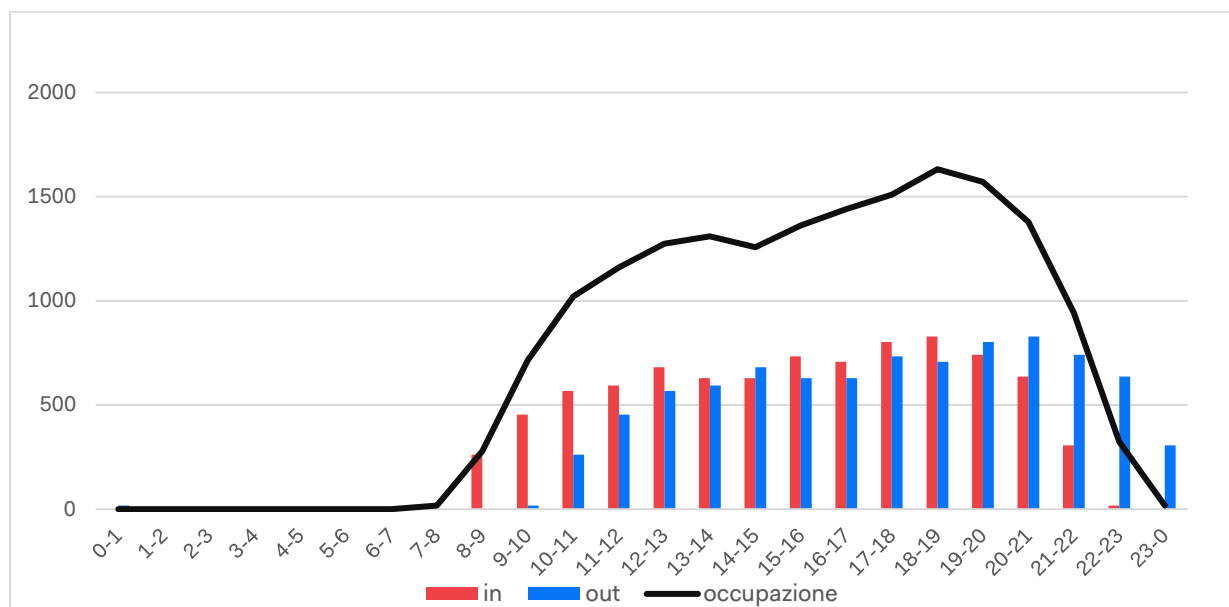


Figura 6.3: Profilo ingresso e uscita dei clienti nella giornata di VENERDI' e relativo profilo di occupazione

Si osserva che nella giornata di venerdì l'occupazione massima del parcheggio non raggiunge il 100% atteso nella giornata di sabato. In generale infatti si considera che il numero di viaggi in ingresso al centro nell'intera giornata veda una riduzione del 10% rispetto alla affluenza registrata il sabato, e dunque nel caso in esame si stimano, nell'ora di picco compresa tra le ore 18:00 e le ore 19:00, 1.632 veicoli in sosta, pari al 78% della domanda massima registrata nella giornata di sabato.

Individuata la quota di domanda massima per ciascuna funzione si è quindi proceduto all'analisi complessiva del fabbisogno di sosta generato dall'insieme del distretto commerciale e di Arena valutando l'effettiva sovrapposizione dei diversi profili di occupazione.

I profili di arrivo dei veicoli ad Arena sono i medesimi utilizzati nel processo di stima della domanda. In particolare il profilo di arrivo alle ore 18:00 nel giorno festivo è stato ottenuto traslando il profilo a disposizione con inizio spettacolo alle ore 21:00 del venerdì.

Di seguito si riportano dunque la sovrapposizione dei profili utilizzati per il giorno feriale (venerdì sera) e per il giorno festivo (sabato).

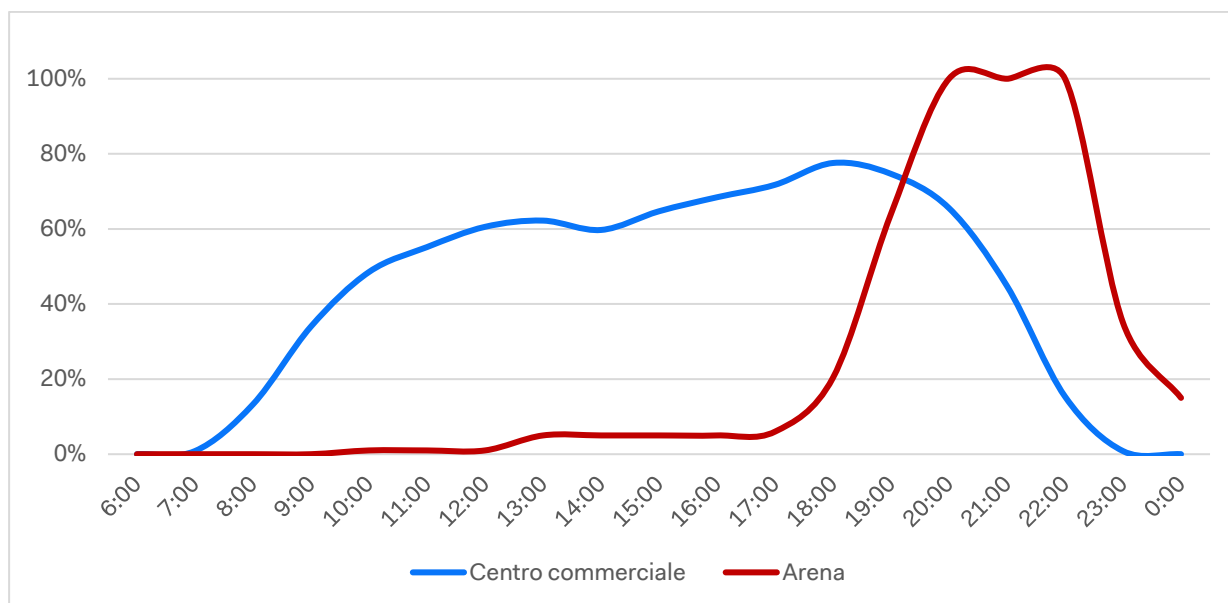


Figura 6.4: Profili occupazione parcheggi giorno medio feriale (evento alle 21:00)

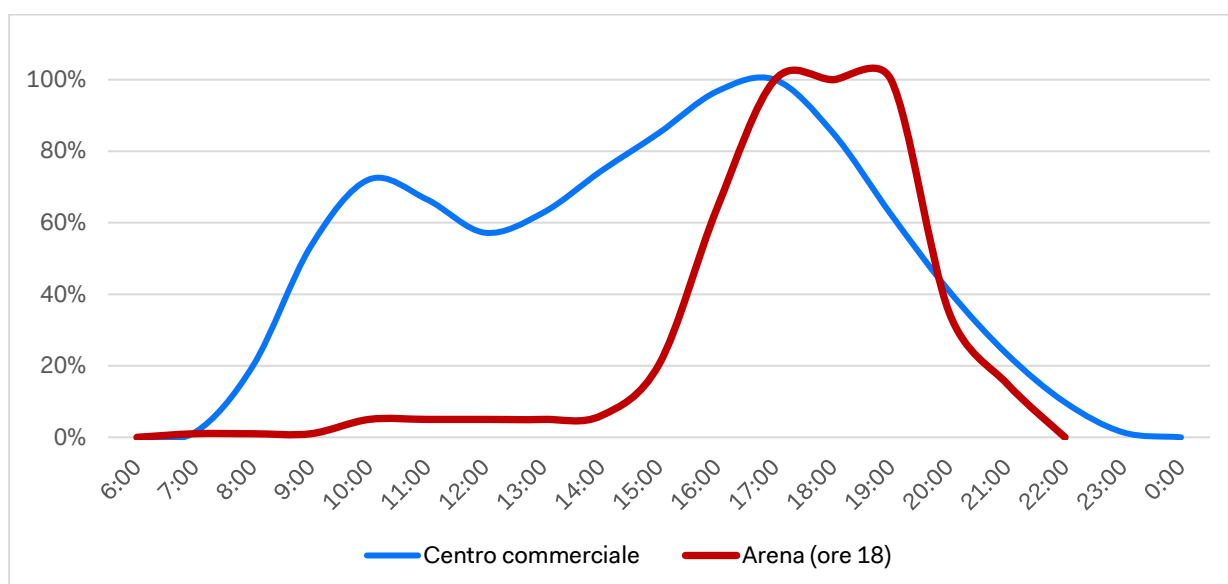


Figura 6.5: Profili occupazione parcheggi giorno medio festivo (evento alle 18:00)

Sulla base dei profili e delle assunzioni sopra riportate è stato possibile identificare l'ora di massima occupazione nel giorno e calcolarne la domanda complessiva attesa nei periodi di punta identificati.

Le seguenti Tabelle riportano i risultati dettagliati per ciascuno scenario.

|                                | Feriale (evento ore 21:00)<br>DOMANDA MASSIMA DI SOSTA<br>Evento 16.000 spettatori | Weekend (evento ore 18:00)<br>DOMANDA MASSIMA DI SOSTA<br>Evento 12.000 spettatori |
|--------------------------------|--|--|
| <b>Ora massima occupazione</b> | <b>20:00</b>   | <b>17:00</b>   |
| Distretto Commerciale          | 1.379  | 2.104  |
| Arena                          | 3.556  | 2.667  |
| <b>Tot domanda</b>             | <b>4.934</b>   | <b>4.771</b>   |

Tabella 6.3: Domanda di sosta complessiva negli scenari investigati

## 6.2 Verifica del dimensionamento dell'offerta di sosta per il distretto commerciale e arena

La sosta viene dunque dimensionata all'interno del Masterplan per soddisfare la massima domanda sviluppata dal centro commerciale e la domanda generata da un evento da 12.000 visitatori. L'offerta complessiva reperita nel masterplan per tali funzioni é pari a 4.962 posti.

|                                | OFFERTA     | Feriale (evento ore 21.00 )<br>DOMANDA MASSIMA DI<br>SOSTA<br>Evento 16.000 spettatori | Weekend (evento ore 18.00)<br>DOMANDA MASSIMA DI SOSTA<br>Evento 12.000 |
|--------------------------------|-------------|--|---|
| <b>Ora massima occupazione</b> | <b>-</b>    | <b>20:00</b>   | <b>17:00</b>  |
| Distretto Commerciale          | 2213        | 1379   | 2104  |
| Arena                          | 2749        | 3556   | 2667  |
| <b>Tot domanda</b>             | <b>4962</b> | <b>4935</b>  | <b>4771</b>   |
| residuo offerto (posti auto)   |             | <b>27</b>  | <b>191</b>  |

Tabella 6.4: Dimensionamento complessivo dell'offerta di sosta

Dalla tabella emerge che la domanda di sosta viene soddisfatta all'interno del sistema in entrambi gli scenari di domanda investigati.

Si osserva che nel caso in cui la domanda di sosta superasse i valori stimati, gli utenti di Arena potrebbero essere indirizzati su gli altri parcheggi a disposizione presenti nell'area o sui parcheggi remoti esterni (Rogoredo e San Donato).

## 6.3 Stima del fabbisogno di sosta per i visitatori delle funzioni private

Per le altre funzioni private insediate nel master plan il calcolo del fabbisogno di sosta destinato ai visitatori è stato stimato individuando per ogni funzione la popolazione giornaliera e, successivamente, individuando per ogni tipo di utente un motivo di spostamento e dunque una ripartizione modale attesa.

Individuata la domanda di sosta di ogni funzione presa singolarmente si sono valutati i diversi profili di utenza e quindi il fabbisogno massimo espresso dalle diverse funzioni nell'arco della giornata.

Nella tabella a seguire si elencano le dimensioni di progetto utilizzate per la stima della domanda.



| AREA      | FUNZIONE                | SLP     |
|-----------|-------------------------|---------|
| Area NORD | residenza libera        | 200.690 |
| Area NORD | residenza convenzionata | 13.000  |
| Area NORD | terziario               | 27.609  |
| Area NORD | ricettivo hotel         | 25.000  |
| Area NORD | Funzioni compatibili    | 3.792   |

Tabella 6.5: Superfici SLP delle funzioni di progetto

Per la stima della popolazione relativa ad ogni funzione e ad ogni categoria sono stati utilizzati i seguenti fattori desunti dal foglio di calcolo messo a disposizione da AMAT.

#### FUNZIONE RESIDENZIALE

- 33 mq per residente
- 0.92% parametro esclusione residenti fino a 11 anni
- 0.3 parametro visitatori a residente.

#### FUNZIONE TERZIARIO

- 25 mq ad addetto
- 0,01 parametro visitatore a mq

#### FUNZIONE ESERCIZIO DI VICINATO (assimilata a Funzioni compatibil)

- 29 mq ad addetto
- 8.54 visitatori ad addetto

Per quanto riguarda la funzione ricettivo (HOTEL), si prevede che la sosta pubblica sia reperita all'interno delle pertinenze degli stessi.

Per tutte le categorie di utenza si considera un coefficiente di occupazione veicolare pari a 1,2 persone/veicolo.

Per quanto riguarda la ripartizione modale, è stato associato ad ogni tipologia di utente di ogni singola funzione un motivo di spostamento, al quale corrisponde una ripartizione modale desunta dal file di calcolo di AMAT per la zona 446.

Per il commercio di vicinato è stato considerato un coefficiente di ripartizione modale su auto pari al 20% che tiene conto del fatto che tali superfici sono a servizio delle funzioni principali (terziario e residenziale). Cautelativamente sono state considerate come vicinato anche nel processo di stima della domanda di traffico ma di fatto saranno gli stessi residenti e addetti ad usufruirne, tramite spostamenti di breve raggio a carattere pedonale.

| FUNZIONE           | TIPOLOGIA DI UTENTE | MOTIVO DI SPOSTAMENTO |
|--------------------|---------------------|-----------------------|
| RESIDENZA          | VISITATORE          | ALTRO                 |
| TERIZARIO          | VISITATORE          | AFFARI                |
| COMMERCIO VICINATO | VISITATORE          | Funzioni compatibili  |

Tabella 6.6:- attribuzione motivo di spostamento per tipologia di utente

| MODO          | MODO       | RIPARTIZIONE MODALE |
|---------------|------------|---------------------|
| <b>ALTRO</b>  | Auto       | 46,40%              |
|               | Moto       | 9,18%               |
|               | Altro e TP | 44,40%              |
| <b>AFFARI</b> | Auto       | 53,65%              |
|               | Moto       | 1,90%               |
|               | Altro e TP | 44,48%              |

Tabella 6.7:- ripartizioni modali medie per motivo di spostamento relative allo scenario PGT per la zona 446

Infine per ogni funzione si considera un tasso di rotazione medio giornaliero degli stalli di sosta, tale valore indica il numero medio di volte in cui uno stallone viene occupato da un veicolo differente nel corso di una giornata. I valori proposti nella tabella a seguire, sono stati ipotizzati differenti per tipologia di funzione sulla base di esperienze pregresse, del database interno e della letteratura di settore.

| FUNZIONE             | TASSO DI ROTAZIONE |
|----------------------|--------------------|
| VISITATORI RESIDENZA | 2,5                |
| VISITATORI TERIZARIO | 2,5                |
| COMMERCIO VICINATO   | 3                  |

Tabella 6.8:- tasso di rotazione per tipologia di utente

Applicando la metodologia di calcolo e i parametri di stima precedentemente esposti si stima la domanda di sosta corrispondente ad ogni funzione sulla base della popolazione attesa.

| Funzione                | Visitatori giornalieri | %Auto  | Occupazione Veicolare [pp./auto] | N. Auto giornaliero | Tasso di rotazione | Domanda di sosta pubblica (stalli) |
|-------------------------|------------------------|--------|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|
| residenza libera        | 1.678                  | 46,40% | 1,2                              | 649                 | 2,50               | 260                                |
| residenza convenzionata | 109                    | 46,40% | 1,2                              | 42                  | 2,50               | 17                                 |
| uffici                  | 276                    | 53,65% | 1,2                              | 123                 | 2,50               | 49                                 |
| Commerciale Vicinato    | 1.117                  | 20 %   | 1,2                              | 186                 | 3                  | 62                                 |

Tabella 6.9: Fabbisogno di sosta pubblica stimato sulla base della popolazione attesa

Il processo di stima della sosta è stato successivamente affinato considerando il rapporto di contemporaneità di fruizione delle vocazioni urbane valutando i profili di occupazione media delle singole funzioni durante il giorno (Figura 6.6), da cui la riduzione del fabbisogno complessivo indicato (Figura 6.7).

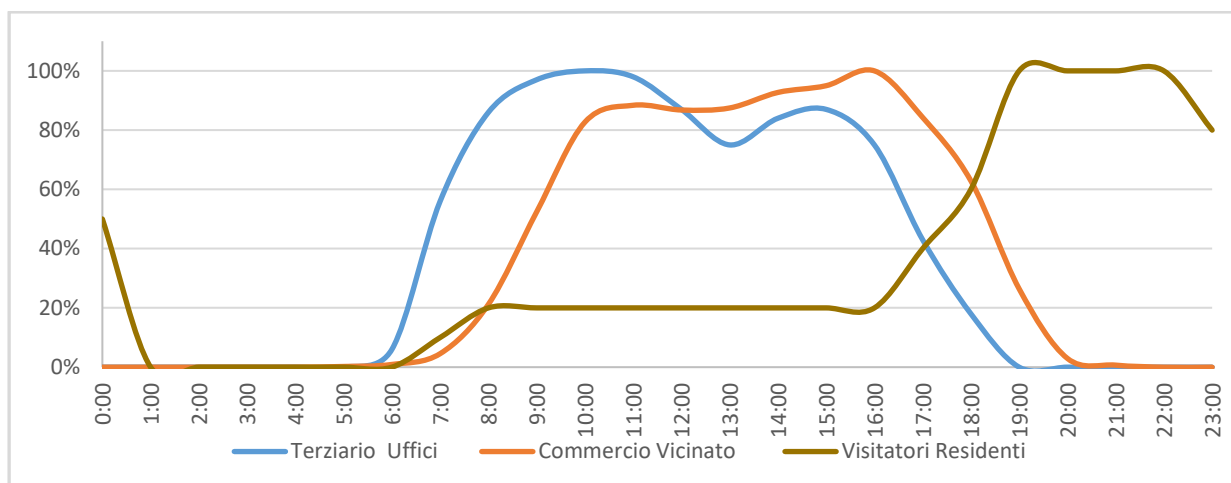


Figura 6.6: Profili occupazione parcheggi per funzioni private

Di seguito si valuta la domanda di sosta complessiva nelle diverse ore della giornata, ipotizzando un utilizzo condiviso della sosta destinata ai visitatori: si osserva che il momento di picco si verifica nelle ore serali, in particolare il valore massimo si registra tra le 19.00 e le 20.00 con una domanda pari a 293 posti auto.

Nell'ora successiva, che corrisponde anche al picco di domanda delle funzioni commerciali e di Arena (si veda Tabella 6.3), la domanda di sosta per le altre funzioni scende a 278 posti auto, in quanto si verifica la contestuale chiusura dei negozi di vicinato.

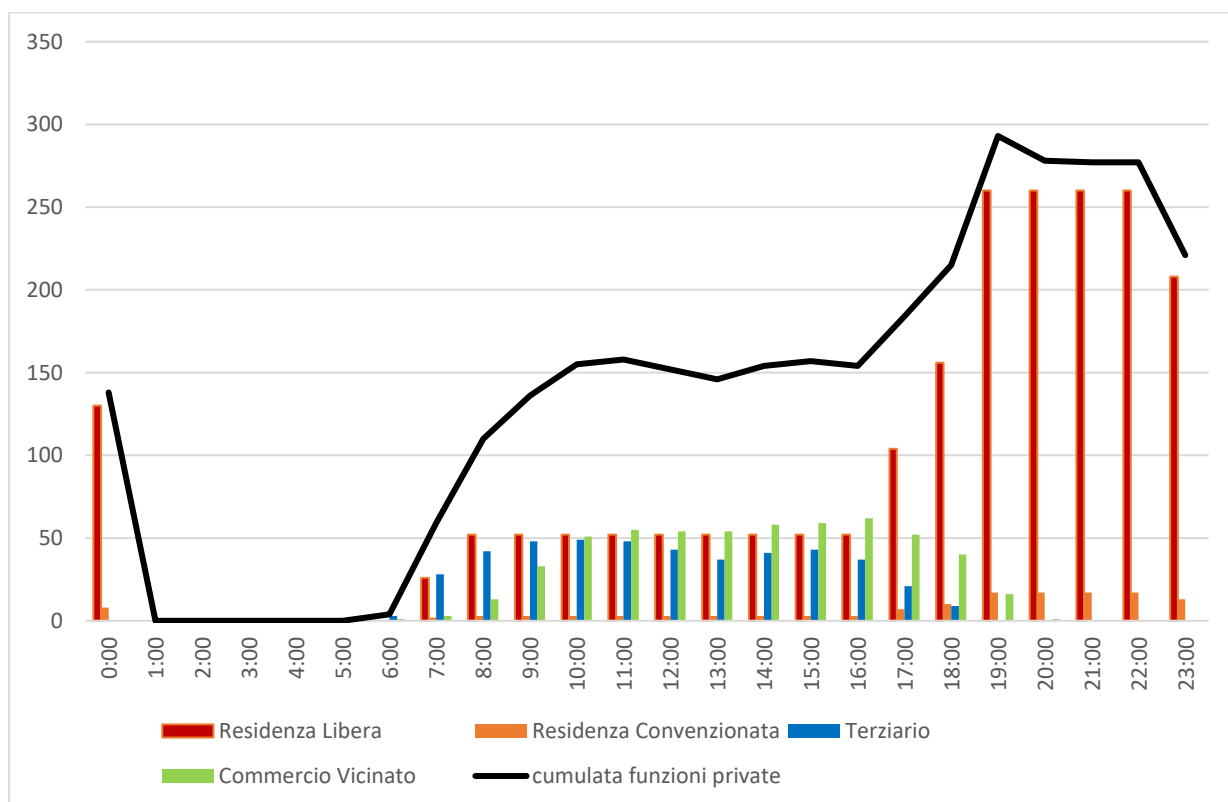


Figura 6.7: Profili occupazione parcheggi per funzioni private

## 6.4 Verifica del dimensionamento della sosta destinata ai visitatori delle funzioni private

Come riportato nella tavola PR15, la dotazione di sosta per visitatori reperita all'interno del Master Plan è reperita sia all'interno dei parcheggi interrati e in struttura direttamente relazionati con il Distretto Commerciale e Arena, sia in corrispondenza della quota di sosta su strada e sul nuovo parcheggio di superficie previsto lungo la via Sordello.

La capacità complessiva del sistema di sosta è dunque pari a 5.222 stalli suddivisi nelle varie tipologie come indicato in tabella.

| OFFERTA DI SOSTA PUBBLICA<br>COMPARTO NORD | N. STALLI AUTO |
|--|----------------|
| Arena                                      | 2.199          |
| Arena multipiano nord                      | 550            |
| Commercio CC                               | 2.213          |
| Parcheggio Sordello                        | 100            |
| Sosta su strada                            | 160            |
| <b>Totale</b>                              | <b>5.222</b>   |

Figura 6.8: Offerta di sosta pubblica complessiva prevista dal progetto

Ipotizzando dunque una completa condivisione del sistema di sosta da parte degli utenti, emerge come il progetto offra una dotazione che soddisfa il fabbisogno atteso, anche nei giorno di evento all'Arena.

In questo caso il momento di massimo picco si registra nella finestra oraria 20.00 – 21.00, con una domanda complessiva pari a 5.213 stalli (1.379 stalli del Distretto Commerciale, 3.556 stalli dell'Arena e 278 stalli delle altre funzioni), contro una offerta di 5.222 stalli.

Alla luce dell'analisi effettuata si ritiene che il sistema della sosta all'interno dell'area di progetto Nord sia adeguatamente dimensionato.

In ogni caso, al fine di evitare eventuali possibili disagi ai visitatori delle funzioni private nell'utilizzo dei bacini di sosta dedicati ad Arena e distretto commerciale, parcheggi che comunque sono aperti al pubblico e quindi fruibili da parte di qualsiasi categoria di utenza, si conferma che nelle successive fasi progettuali si verificherà la possibilità di reperire ulteriori 33 posti auto, valore che si ottiene come differenza tra la domanda registrata nell'ora di massimo picco - pari a 293 posti auto - e l'offerta complessiva di posti auto in superficie - pari a 260 posti auto.

## 6.1 Stima del fabbisogno di sosta per le funzioni private insediate nella area SUD

Relativamente all'area SUD, l'analisi del fabbisogno di sosta non si è limitata ad analizzare lo scenario di progetto ma è stata estesa all'intero ambito di trasformazione. L'area di PII è in fatti in parte già realizzata (UCP A), in parte è in fase di costruzione (UCP B) e solamente il lotto UCP C verrà realizzato nello scenario di progetto.

Nella tabella a seguire si sintetizzano le dimensioni delle diverse funzioni suddivise nelle tre UCP.

| SUPERFICI MSG - COMPARTO SUD |                               |        |                           |
|------------------------------|-------------------------------|--------|---------------------------|
| AREA                         | Funzione                      | SLP    | scenario di realizzazione |
| UCP A                        | Residenziale Libera           | 49.252 | STATO DI FATTO            |
| UCP A                        | Residenziale Convenzionata    | 99.704 | STATO DI FATTO            |
| UCP A                        | Terziario                     | 60.681 | STATO DI FATTO            |
| UCP A                        | Commercio Vicinato            | 4.306  | STATO DI FATTO            |
| UCP - B                      | Terziario                     | 42.216 | RIFERIMENTO               |
| UCP - B                      | Funzioni compatibili/vicinato | 2.130  | RIFERIMENTO               |
| UCP - C                      | Terziario                     | 58.500 | PROGETTO                  |
| UCP - C                      | Funzioni compatibili/vicinato | 1.500  | PROGETTO                  |

Tabella 6.10: Superfici SLP delle funzioni in realizzazione a SUD negli scenari di riferimento e progetto

La stima della domanda di sosta viene effettuata, relativamente a ciascuna UCP, con procedimento del tutto analogo a quanto fatto per l'area Nord.

Gli unici fattori di calcolo modificati, rispetto a quelli precedentemente utilizzati, sono quelli relativi alla ripartizione modale, che secondo il foglio di calcolo AMAT fa riferimento alla BVR 428.

Anche in questo caso per le funzioni di commercio di vicinato si ipotizza una ripartizione modale pari al 20% in quanto tali funzioni saranno a servizio della popolazione di addetti, residenti e visitatori che fruiranno dell'area.

Di seguito si riporta per ciascuna UCP la sintesi del processo di stima del fabbisogno di sosta e le relative risultanze in termini di posti auto.

| Funzione                   | Visitatori | %Auto  | Occupazione Veicolare [pp./auto] | N. Auto giornaliera | Tasso di rotazione | Domanda di sosta pubblica (stalli) |
|----------------------------|------------|--------|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|
| Residenziale Libera        | 412        | 40,73% | 1,2                              | 140                 | 2,50               | 56                                 |
| Residenziale Convenzionata | 834        | 40,73% | 1,2                              | 283                 | 2,50               | 113                                |
| Terziario                  | 607        | 47,65% | 1,2                              | 241                 | 2,50               | 96                                 |
| Commercio Vicinato         | 1.268      | 20,00% | 1,2                              | 211                 | 3,00               | 70                                 |

Tabella 6.11: MUC A scenario stato di fatto. Stima domanda di sosta



| Funzione                      | Visitatori | %Auto  | Occupazione Veicolare [pp./auto] | N. Auto giornaliera | Tasso di rotazione | Domanda di sosta pubblica (stalli) |
|-------------------------------|------------|--------|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|
| Terziario                     | 422        | 47,65% | 1,2                              | 168                 | 2,50               | 67                                 |
| Funzioni compatibili/vicinato | 627        | 20,00% | 1,2                              | 105                 | 3,00               | 35                                 |

Tabella 6.12: MUC B scenario di riferimento. Stima domanda di sosta

| Funzione                      | Visitatori | %Auto  | Occupazione Veicolare [pp./auto] | N. Auto giornaliera | Tasso di rotazione | Domanda di sosta pubblica (stalli) |
|-------------------------------|------------|--------|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|
| terziario                     | 585        | 47,65% | 1,2                              | 232                 | 2,50               | 93                                 |
| Funzioni compatibili/vicinato | 442        | 20,00% | 1,2                              | 74                  | 3,00               | 25                                 |

Tabella 6.13: MUC C scenario di progetto. Stima domanda di sosta

Visto il mix funzionale e la vicinanza delle diverse funzioni, anche in questo caso si applicano i profili di occupazione giornaliera delle diverse funzioni per individuare i picchi di domanda del comparto.

Si osserva come il comparto UCP A, esistente, sia quello che richiede un fabbisogno di sosta maggiore presentando un valore massimo di 191 posti auto, picco registrato alle 11 del mattino. Relativamente alle funzioni insediate in UCP B (scenario di riferimento) la domanda di sosta massima è pari a 97 posti auto ed infine la domanda massima relativa alle funzioni insediate nello scenario di progetto (UCP C) è pari a 113 posti auto.

Considerando complessivamente l'intero comparto si verifica che il fabbisogno di sosta presenta un picco massimo pari a 400 posti auto nell'intervallo 11.00 – 12.00.

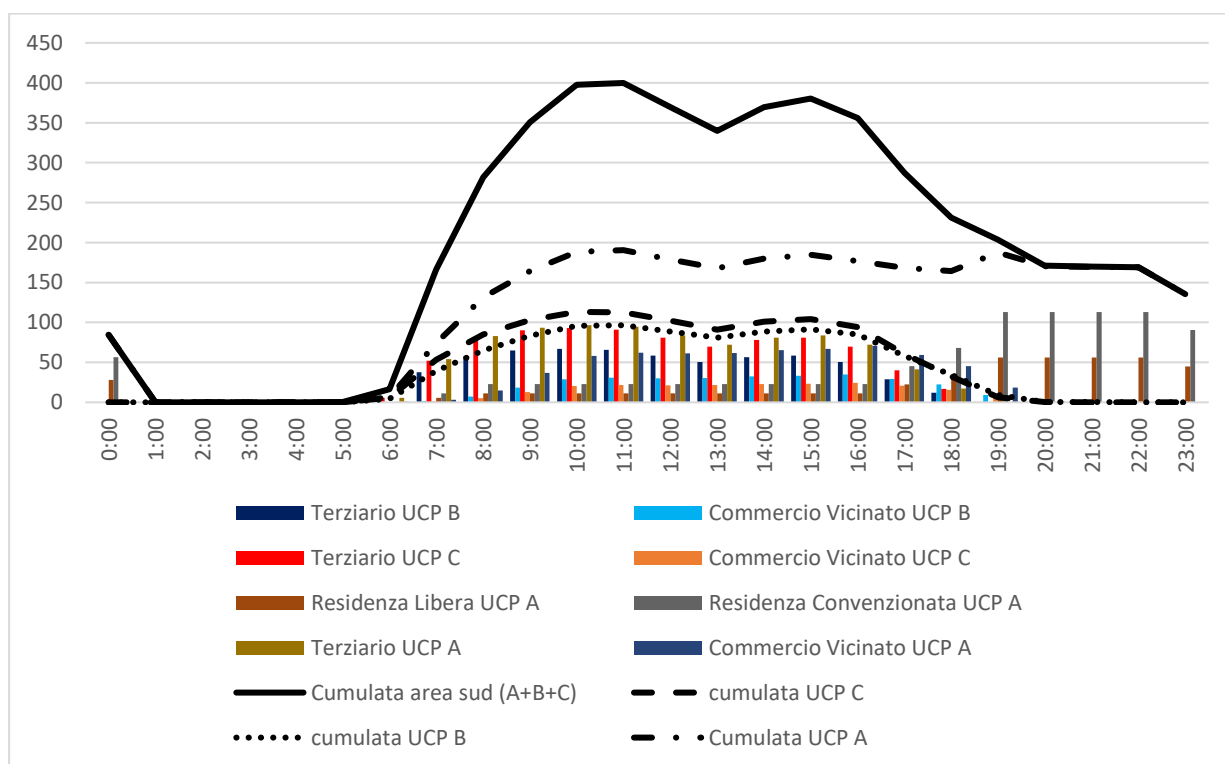


Figura 6.9: Domanda di sosta comparto SUD – UCP A + UCP B + UCP C

Nello scenario di variante di PII si prevede, come detto, la realizzazione del parcheggio di via Monte Penice. Tale bacino di sosta avrà una capienza pari a 220 posti auto di cui si prevede solo 120 a servizio del campus del Conservatorio di Milano. La restante capacità sarà dedicata alla sosta pubblica e in particolare potrà soddisfare la domanda sviluppata dal comparto UCP C.

Nell'area di PII è comunque presente una ampia dotazione di sosta pubblica che potrà assorbire la domanda complessiva giornaliera. La realizzazione della linea tranviaria lungo via Manzù,implicherà un ridisegno dei bacini di sosta a raso oggi esistenti. Si stima comunque che, a seguito dell'intervento di riassetto dell'asse viabilistico, complessivamente per tutte le 3 UCP costituenti l'area sud, sarà garantita per la sosta pubblica, una superficie pari a circa 18.338 mq. Considerando un fattore di 35 mq a stallo tale area dovrebbe garantire una offerta di circa 525 posti auto, che secondo i calcoli precedentemente presentati, sarebbe già sufficiente a soddisfare la domanda del comparto. Non da ultimo va ricordato che l'offerta di sosta nell'area può fare affidamento anche sul parcheggio multipiano in gestione di ATM che ha una capacità superiore ai 600 posti auto. Infine i tenant dei distretti direzionali tendono a realizzare all'interno delle proprie pertinenze sosta dedicata ai propri visitatori, riducendo ulteriormente la domanda su strada.

Dalle analisi condotte emerge come la dotazione di sosta del PII nell'area Sud, sia ampiamente dimensionata rispetto alla domanda generata dalle funzioni insediate; la carenza che attualmente si registra, in determinati momenti della giornata, è dovuta al fatto che tale dotazione richiama utenza esterna che individua nell'area un facile nodo di interscambio. Per risolvere tale problematica si potranno valutare, di concerto con l'amministrazione pubblica, possibili scenari di gestione che, soprattutto nelle ore centrali della giornata, possano preservare alcuni ambiti alla sosta breve, sfavorendo la sosta medio- lunga dei visitatori esterni.

## 7 Analisi modellistica ad area vasta

### 7.1 Premessa metodologica

#### 7.1.1 Introduzione

L'importanza del comparto insediativo di Milano Santa Giulia, come descritto nei capitoli precedenti, è fondamentale specie dal punto di vista del suo inserimento nel contesto urbano e dalle relazioni di mobilità che, sia a livello locale che metropolitano, assumono una dimensione non trascurabile. Per tale ragione lo studio trasportistico è stato impostato su diversi livelli, andando da una scala più territoriale fino alla micro-scala, con l'obiettivo di considerare, analizzare ed affrontare tutte le dinamiche di mobilità generate.

È stato quindi, in prima istanza, implementato un modello di macro-simulazione statica dell'intera area vasta di Milano, per ottenere un quadro di provenienze, assi stradali utilizzati e relazioni con il territorio utile a fornire un primo quadro d'indagine e supportare le analisi preliminari.

Tale modello, in dotazione a Systematica, è implementato con codice simulativo Cube®, costruito ed aggiornato negli anni sulla base di svariate campagne di indagini di traffico veicolare effettuate a supporto di numerosi progetti affrontati nell'area milanese e strutturato in maniera tale da dialogare perfettamente con gli strumenti di simulazione e pianificazione in dotazione all'Amministrazione Comunale, tra cui un analogo modello di macro-simulazione implementato nella stessa piattaforma modellistica.

Tale sinergia consente un dialogo diretto con gli uffici tecnici del Comune di Milano e permette di recepire indicazioni, linee guida ed elementi utili allo svolgimento di analisi di traffico con modalità coordinate e perfettamente condivise con tutti gli organi di pianificazione.

Il modello di area vasta a scala metropolitana è stato quindi utilizzato per determinare gli assi principali di provenienza e destinazione dei flussi di traffico indotti dal comparto di Milano Santa Giulia, mentre le analisi puntuali sulle infrastrutture stradali sono state effettuate attraverso un modello implementato nella stessa piattaforma e avente la stessa struttura, ma relativo ad una sottorete di traffico fornita dall'Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT).

Quest'ultimo modello è stato prima aggiornato sulla base dei conteggi di traffico effettuati per lo studio in oggetto e altri rilievi forniti dall'Agenzia, poi proiettato allo scenario di riferimento attraverso delle procedure di aggiornamento matriciale, inserendo infine il traffico indotto da Milano Santa Giulia ed effettuando la simulazione degli scenari progettuali relativi all'ora di punta del mattino e della sera per passare poi all'interrogazione ed estrazione delle diverse risultanze.

#### 7.1.2 Il software di simulazione CUBE

Il modello di traffico dell'area vasta di Milano è implementato in Cube® (Citilabs Ltd®), suite di programmi specialistici dedicati alla modellazione e simulazione dei sistemi di trasporto. Cube è composto da un'interfaccia di sistema, detta Cube Base, e da estensioni funzionali per specifiche esigenze, dette Cube Extensions, quali: Cube Voyager, Cube Analyst, Cube Avenue, Cube Cargo, Cube Land e Cube Cluster. Il modello di Cagliari, nello specifico, utilizza le estensioni Cube Base, Cube Voyager e Cube Analyst.

Cube Base è utilizzato per tutto il processo di modellazione, dalla progettazione e applicazione dei diversi modelli alla gestione e modifica dei dati di input e output, consentendo inoltre di simulare ed analizzare diversi scenari. Al centro delle funzionalità di Cube Base c'è un GIS dedicato ai trasporti, sviluppato sulla base di una versione integrata di ArcGIS Engine (ESRI).

Citilabs ha sviluppato un'applicazione specializzata di questa tecnologia finalizzata alla modellazione dei trasporti, con l'aggiunta di alcune regole topologiche proprie dell'argomento, pienamente sfruttate nel proprio geo-database, unitamente ad un gran numero di strumenti specifici per la costruzione e l'analisi dei sistemi di trasporto. La progettazione e costruzione del processo di modellazione avviene attraverso

L'Application Manager, un'interfaccia basata su diagrammi di flusso intuitiva e semplice per l'utilizzatore. La gestione dei diversi scenari avviene invece attraverso lo Scenario Manager.

Cube Voyager è l'estensione per l'analisi e la previsione degli spostamenti di persone. Basato su una struttura modulare supportata su uno specifico linguaggio di programmazione, rende possibile sviluppare una qualunque metodologia di modellazione, dal modello a quattro stadi a modelli di scelta discreta e modelli basati sulla localizzazione delle attività. Metodologie di lavoro avanzate permettono di sviluppare modelli di traffico basati sull'analisi della capacità della rete e delle intersezioni, così come modelli del trasporto pubblico multi-percorso.

Cube Voyager incorpora strumenti flessibili e potenti di calcolo delle reti e delle matrici per la valutazione della domanda di mobilità e per la comparazione dettagliata tra scenari. Cube Voyager è stato sviluppato con l'obiettivo di fornire un sistema semplice ed aperto con cui sviluppare modelli in grado di analizzare diverse politiche di pianificazione e sviluppo alla scala urbana, regionale e di lunga distanza. La struttura di Cube Voyager consente di usare e manipolare diversi dati in un modo molto semplice. Inoltre uno specifico assistente passo a passo rende semplice lo sviluppo di modelli complessi.

Cube Analyst è lo strumento attraverso il quale è possibile effettuare la stima delle matrici. Recentemente è stato sviluppato il modulo Analyst Drive, che sfrutta le potenzialità offerte dal calcolo parallelo, abbattendo i tempi computazionali a vantaggio dell'elasticità operativa, elementi che hanno fatto sì che sia utilizzato nel presente studio per l'implementazione della stima matriciale.

### 7.1.3 Il modello di traffico d'area vasta

Il modello di traffico dell'intera area metropolitana di Milano, è stato puntualmente aggiornato all'anno base dello studio (marzo 2018) attraverso l'implementazione della campagna d'indagine descritta nei capitoli precedenti. Il modello di offerta è costituito da circa 33.077 archi, rappresentanti tronchi stradale di caratteristiche geometrico-funzionali omogenee, e 15.000 nodi rappresentanti a loro volta punti di discontinuità sia geometrico-funzionali.

La domanda di mobilità è implementata nel modello attraverso una matrice origine-destinazione rappresentativa dell'intervallo orario di riferimento. Attraverso l'interazione tra il modello di offerta e quello di domanda è possibile assegnare i flussi di traffico sulla rete, con l'opportunità di estrarre svariate risultanze sia grafiche (mappe tematiche riportanti volumi sulla rete e rapporti volumi/capacità) che numeriche, tra cui:

- Distanza percorsa nella rete;
- Numero di veicoli assegnati;
- Tempi di percorrenza;
- Ritardi e perditempo;
- Livelli di congestione (Volume/Capacità, LOS, ecc.);
- Velocità di deflusso.

La figura di seguito mostra l'estensione dell'area considerata nel modello di macro-simulazione ad area vasta:



Figura 7.1: Estensione modello di macro-simulazione ad area vasta

Il modello sopra descritto è stato utilizzato per determinare la distribuzione del traffico indotto da Milano Santa Giulia sulle principali connessioni stradali. La matrice OD è stata quindi aggiornata attraverso l'inserimento del traffico generato ed attratto dal comparto, distribuito tra le diverse zone di provenienza e destinazione conformemente a quanto risultato dalle analisi di accessibilità isocrona descritte nei paragrafi precedenti. Questo passaggio è fondamentale per lo sviluppo delle fasi successive del lavoro, che vedono l'implementazione di una specifica sottorete della rete di trasporto al fine di dettagliare maggiormente le analisi di traffico.

#### 7.1.4 Il modello di sottorete

Lo studio di traffico è stato condotto in accordo con quanto definito dall'Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT) nel documento "Linee guida per la valutazione dell'impatto sul traffico di nuovi interventi urbanistici in Milano.

La procedura prevede che l'Agenzia metta a disposizione una sottorete del modello di traffico a scala metropolitana su cui effettuare tutte le analisi di mobilità per il comparto di intervento, unitamente alle relative matrici di domanda. I coefficienti di equivalenza utilizzati, per tenere conto delle diverse categorie veicolari, sono quelli suggeriti da AMAT:

- 0,5 per i motoveicoli;
- 1,5 per i veicoli commerciali leggeri;
- 2,5 per i veicoli commerciali medi;
- 4 per i veicoli commerciali pesanti.



Tali parametri sono stati utilizzati per convertire in equivalenti i valori di flusso registrati nelle diverse sezioni di conteggio, utilizzati per la calibrazione del modello.

Unitamente allo scenario di offerta viene fornito anche lo scenario di domanda sia per lo scenario stato di fatto e che per lo scenario di riferimento. Questo consente di disporre, all'interno della sottorete oggetto di studio, di un dato di domanda che tiene in considerazione di tutte le trasformazioni che il comune di Milano e i comuni contermini hanno in atto in termini di nuovi interventi infrastrutturali e nuovi insediamenti urbanistici per l'orizzonte temporale considerato. Maggiori dettagli circa la procedura di analisi e la modalità di trasmissione dei dati sono reperibili nel documento sopra citato.

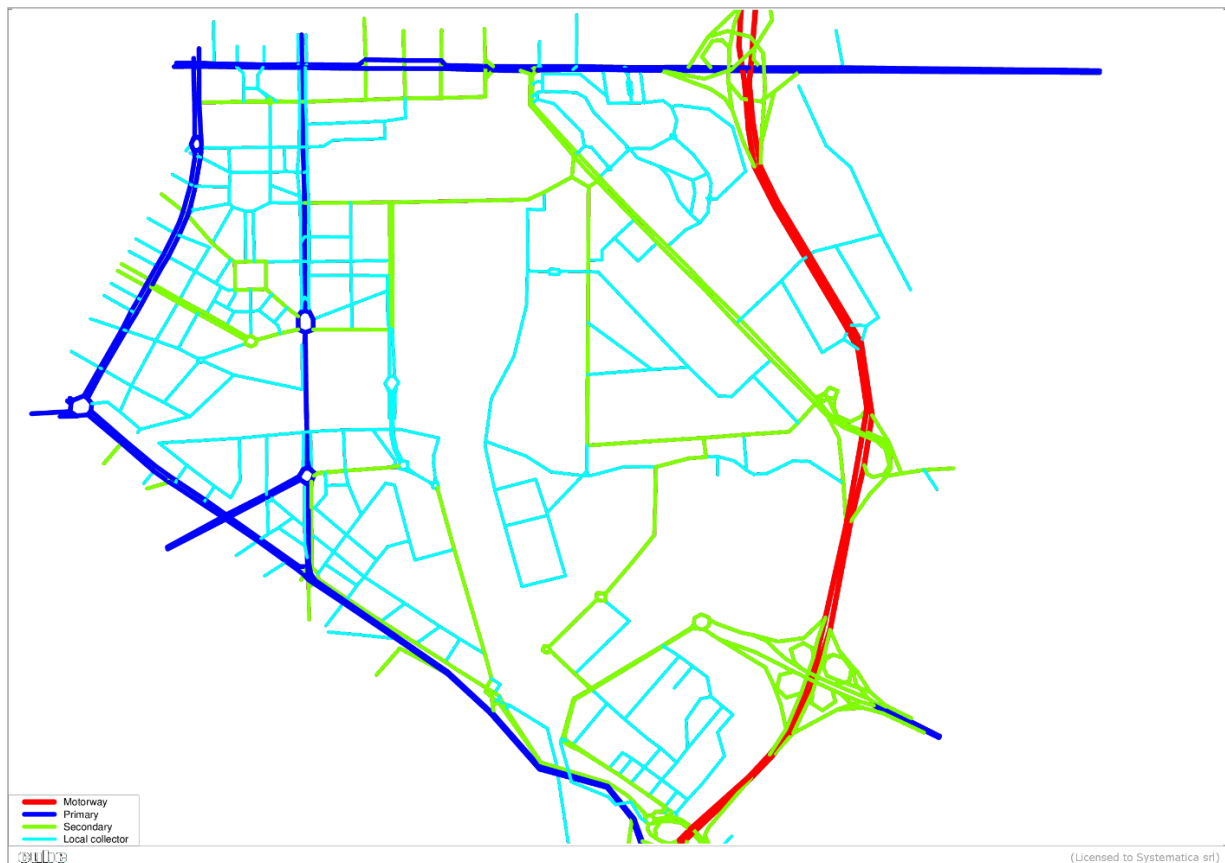


Figura 7.2: Subarea di studio

La rete di offerta, oltre ad includere le principali infrastrutture stradali, comprende anche tutto l'insieme di interventi sulla viabilità che, negli scenari di riferimento e progettuali, saranno da prendere in considerazione. Nello specifico, tali opere sono:

- Cavalcavia Vismara;
- Viabilità Santa Giulia (ad esclusione del prolungamento del 2 lotto della SP Paullese);
- Svincolo di Mecenate;
- Viabilità PRERP Merezate;

AMAT inoltre ha messo a disposizione anche le matrici di traffico relative allo stato di fatto e a quello di riferimento. La procedura adottata, condivisa con l'Agenzia, prevede la calibrazione delle due matrici dello

stato di fatto (AM e PM) sulla base dei conteggi di traffico effettuati in occasione della redazione del presente studio e su altre sezioni fornite dalla stessa Agenzia.

Una volta calibrate, le due matrici sono utilizzate per aggiornare la struttura delle due omonime relative allo scenario di riferimento, in modo da tenere conto degli avvenuti cambiamenti. In ultima fase, alle due matrici di riferimento viene aggiunto il traffico indotto da Milano Santa Giulia, generando quindi le due matrici di progetto che saranno assegnate alla rispettiva rete stradale.

## 7.1.5 Scenario stato di fatto

### 7.1.5.1 Premessa

Come anticipato nel paragrafo precedente, lo scenario dello stato di fatto è stato implementato relativamente a due intervalli temporali: AM e PM. Utilizzando la rete di traffico relativa al suddetto scenario, è stato possibile aggiornare le due matrici di base fornite da AMAT attraverso una procedura di stima di matriciale che tenesse conto dei conteggi di traffico a disposizione.

### 7.1.5.2 Stima della matrice dello stato di fatto

Tale processo di stima matriciale utilizza come dato di partenza, oltre che la matrice esistente e i conteggi di traffico, anche i costi di percorso ottenuti attraverso un'assegnazione preliminare utilizzando la matrice originale. La procedura di stima matriciale è stata effettuata per mezzo del già menzionato Cube Analyst Drive, utilizzando il metodo della massima verosimiglianza. Il processo prevede la definizione di una funzione di costo che poi viene minimizzata attraverso metodi numerici che generano la matrice ottimale, la quale si adatta ai dati di input forniti e ai parametri di stima.

In generale, l'obiettivo che ci si pone è quello di minimizzare la differenza tra il volume simulato ed i conteggi di traffico osservati, mantenendo la struttura di base della matrice OD di input. Nel calcolo della funzione di costo sono presi inoltre in considerazione specifici valori di confidenza associati ai conteggi e alla matrice iniziale, che rappresentano il grado di affidabilità associato al dato. La minimizzazione di tale funzione è effettuata con il "*conjugate gradient method for optimization*".

La matrice stimata attraverso il procedimento illustrato è quindi utilizzata nel processo di assegnazione, il quale consente la distribuzione dei volumi di traffico sulla rete e il calcolo dei costi di percorso. Al termine del nuovo processo di assegnazione, viene effettuato nuovamente il processo di stima matriciale, sfruttando i nuovi costi calcolati come dato input. L'intero processo viene ripetuto iterativamente finché non si raggiunge una situazione di equilibrio o uno specificato numero di iterazioni.

### 7.1.5.3 Assegnazione dei flussi sulla rete

L'assegnazione del traffico sulla rete è effettuata attraverso il metodo del volume medio (*Method of Successive Averages - MSA*). È un processo di assegnazione iterativo in cui il flusso attuale su un arco è calcolato come una combinazione lineare del flusso assegnato nell'iterazione precedente e un flusso ausiliario derivante da un'assegnazione "tutto o niente" nell'iterazione corrente. Si rimanda alla letteratura di settore per maggiori informazioni sulla specificazione dell'algoritmo.

Il processo di assegnazione si considera concluso quando è raggiunta una situazione di cosiddetto equilibrio, ossia quando si raggiunge uno stato in cui ulteriori aggiornamenti dei costi di percorso non producono variazioni significative di distribuzione dei flussi sulla rete.

La funzione di costo utilizzata è una combinazione lineare di tempo e distanza, pesati rispettivamente con un fattore pari a 1 e 0.3. Nel seguito si riportano i parametri di rete relativi allo scenario attuale:

**AM**

- Veicoli\*km (numero totale di km percorsi nella rete) = 170.151
- Veicoli\*ora (numero totale di ore spese nella rete) = 3.330

**PM**

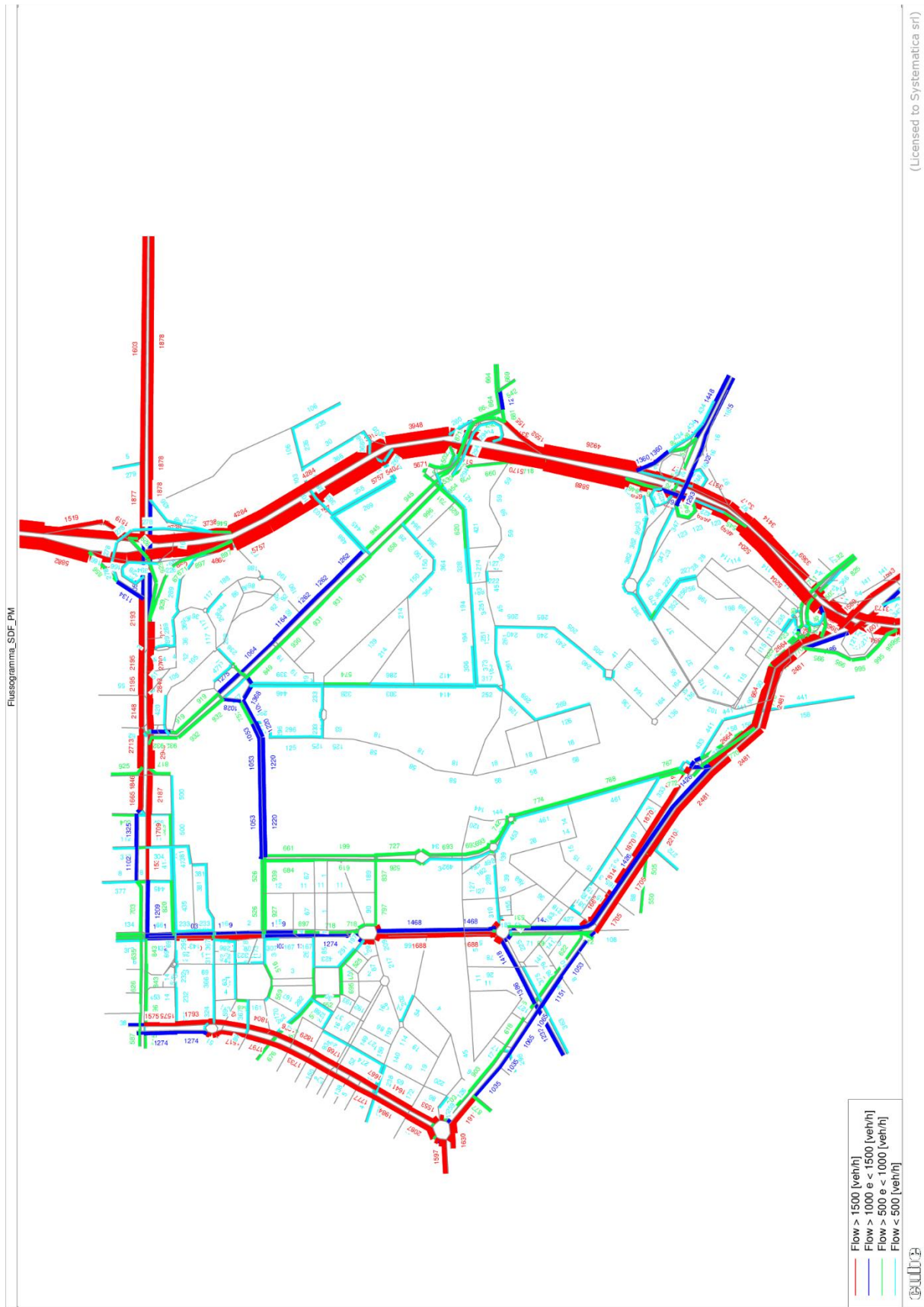
- Veicoli\*km (numero totale di km percorsi nella rete) = 146.615
- Veicoli\*ora (numero totale di ore spese nella rete) = 2.604

**NOTA BENE:** Nelle pagine a seguire si riporta per ogni scenario di simulazione analizzata i flussogrammi di assegnazione e le mappe volume/capacità. Le stesse vengono riprodotte anche in ALLEGATO 5 – risultanze scenari di macrosimulazione per offrire una maggiore leggibilità dei valori.











#### 7.1.5.4 Calibrazione dei modelli dello stato di fatto

La qualità della calibrazione del modello è basata sull'analisi di specifici indici statistici, di seguito elencati:

- $R^2$ : detto anche coefficiente di determinazione, è una proporzione tra la variabilità dei dati e la correttezza del modello statistico utilizzato. La soglia limite è 0,85;
- MAPE: errore medio percentuale assoluto, espresso tramite percentuale. La soglia limite è 20%;
- RMSE: radice dell'errore quadratico medio, espresso come percentuale. La soglia limite è 30%;
- GEH: attributo riferito al singolo arco. I valori ottimali sono quelli inferiori a 5. Tale indicatore, tuttavia, è raccomandato per le analisi modellistiche di microsimulazione, mentre in rari casi è utilizzato per la valutazione di modelli di macrosimulazione.

Nell'applicazione in oggetto sono stati registrati i seguenti valori degli indici statistici di calibrazione:

##### AM

- $R^2 = 0,994$
- MAPE = 4,7%
- RMSE = 9,5%
- $GEH < 5 = 92,5\%$

##### PM

- $R^2 = 0,995$ ;
- MAPE = 4,2%
- RMSE = 8,5%
- $GEH < 5 = 92,5\%$

#### 7.1.6 Scenario di riferimento

La predisposizione e simulazione dello scenario di riferimento è un passaggio intermedio obbligatorio dello studio, in quanto attraverso di esso è possibile arrivare alla definizione della struttura della matrice di domanda che, successivamente, sarà utilizzata come base nello scenario di progetto, ossia nel momento in cui sarà attivato l'intero comparto di Milano Santa Giulia, a comprendere la viabilità e la domanda di traffico indotta.

Il modello di offerta di questo scenario incorpora diversi interventi ed opere che, secondo l'Amministrazione Comunale e gli organi e documenti di pianificazione, risulteranno in esercizio all'anno di riferimento. In particolare, gli interventi attivati sono:

- Cavalcavia Vismara;
- Viabilità PRERP Merezate.

Come anticipato in Premessa, essendo il Lotto 2 della Paullese un'opera prevista dal PII vigente, anche se rivista in termini di capacità, viene inserita all'interno dello scenario di Riferimento come viabilità in esercizio. Per tener conto della modifica alla struttura delle relazioni di lunga percorrenza che l'opera

comporta, il lotto 2 della Paullese è stato considerato in esercizio nello scenario di simulazione a scala metropolitana di cui AMAT ha fornito i dati di sub-area.

La matrice di domanda di sub area, è stata dunque soggetta ad un processo di aggiornamento in modo tale da riflettere, nei dati forniti da AMAT, per gli intervalli orari della mattina e della sera, i cambiamenti in struttura e dimensione derivanti dal processo di calibrazione delle matrici originali dello stato di fatto.

Tale aggiornamento è avvenuto attraverso un processo iterativo di confronto dei potenziali di generazione e attrazione (*trip ends*) delle zone del modello, calcolando i fattori di crescita e applicandoli alla matrice di riferimento secondo lo schema di aggiornamento doppiamente vincolato.

Alla matrice risultante sono poi aggiunti i flussi veicolari indotti dalle aree di trasformazione urbanistica attigue all'area di PII. Nello specifico, come dettagliato nel capitolo relativo alla stima della domanda (paragrafo 4.4.5) le matrici sono state integrate con il traffico indotto di:

1. PRERP via Merezzate (58.455 mq di Slp di Residenza);
2. PdC via dei Pestagalli (46.992mq di Terziario);
3. Riqualficazione dell'area "Ex magazzini Commissariato Taliedo" in via Bonfadini (33.222 mq di residenza, 1.596 mq di commercio e 617 mq di terziario).

Infine, sono stati inseriti nello scenario di riferimento anche gli indotti veicolari relazionati con i nuovi comparti direzionali in via di costruzione/permesso di costruire nell'area a Sud dell PII e i veicoli connessi alla realizzazione del Centro Commerciale Westfield a Segrate (cfr. paragrafo 5.7).

Nel seguito si riportano i parametri di rete relativi allo scenario di riferimento:

#### AM

- Veicoli\*km (numero totale di km percorsi nella rete) = 175.662
- Veicoli\*ora (numero totale di ore spese nella rete) = 3.518

#### PM

- Veicoli\*km (numero totale di km percorsi nella rete) = 159.730
- Veicoli\*ora (numero totale di ore spese nella rete) = 2.935

Le figure seguenti mostrano i risultati dell'assegnazione dello scenario di riferimento nei due periodi di punta considerati. Si osserva che rispetto alle matrici originali fornite da AMAT il processo di taratura delle matrici sui dati di traffico rilevati ha portato, sia per gli scenari stato di fatto che per gli scenari di riferimento ad un aumento della domanda complessivamente implementata. Nello scenario di riferimento si osserva un lieve aumento della domanda nella finestra di punta del mattino mentre nella finestra di punta della sera la domanda resta pressoché invariata.



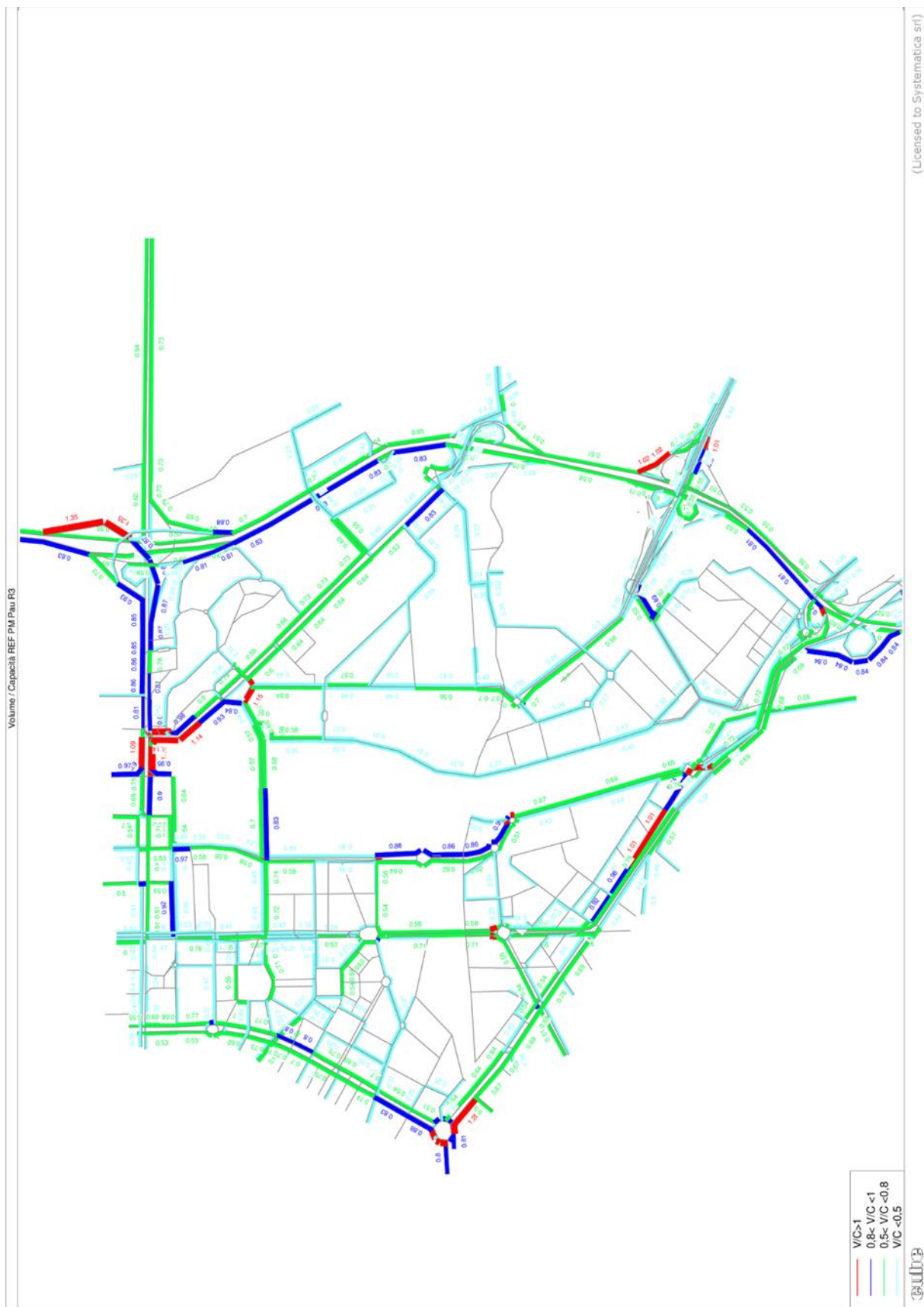
(Licensed to Systematica srl)







Figura 7.9: Flussogramma Scenario di Riferimento PM



### 7.1.7 Scenario di Progetto

Lo scenario di progetto recepisce tutte le informazioni e dati di quello di riferimento, con l'aggiunta del comparto di Milano Santa Giulia per quel che riguarda la domanda di mobilità e, dal punto di vista del modello di offerta, include l'intera viabilità del Master Plan di progetto unitamente allo svincolo di Mecenate, assunto entrare in esercizio assieme all'intervento urbanistico.

Come illustrato in precedenza, nello Scenario di Progetto, così come in quello di Riferimento, si include il previsto prolungamento del lotto 2 della SP Paullese declassato ad una corsia per senso di marcia così come stabilito dal PUMS di Milano.

La domanda di traffico dello scenario di progetto implementa la quota di traffico relazionata con il Masterplan come indicato in Tabella 5.18 per lo scenario AM e in Tabella 5.21 per lo scenario PM. Per quanto riguarda Arena si considera la quota di spostamenti che sono attesi nell'intervallo di tempo 17:30 – 18:30, stimati come indicato al paragrafo 5.5 nell'ipotesi che l'evento porti a completa saturazione la struttura.

Considerate la consistenza e la rilevanza del compendio urbano, per lo scenario di progetto del pomeriggio il processo modellistico ha previsto una riduzione della matrice di **rete** (traffico di fondo) al fine di riflettere il fenomeno comunemente denominato “pass-by”, per il quale, secondo la letteratura di settore, si ipotizza che parte del traffico relazionata con le nuove funzioni sia in realtà traffico già esistente in rete che devia dal proprio itinerario per effettuare uno spostamento verso l'area di progetto.

In letteratura esistono diverse metodologie proposte per la stima della percentuale di pass-by, in particolare si è fatto riferimento a:

- ITE Trip Generation Handbook, 3rd Edition;
- Review of trip generation studies, Transport research laboratory TRL report 190 (1996) da M. Dasgupta, N. Raha, K. Sharman;
- Updated Methods for Traffic Impact Analysis, Including Evaluation of Innovative Intersection Designs Volume I—Technical Report (2013) da Gerald T. Bollinger, Jon D. Fricker.

La seguente tabella presenta un riassunto delle principali equazioni proposte per la stima del pass-by secondo i diversi autori in riferimento alle superfici commerciali nelle ore di punta della sera. La percentuale di pass-by rappresenta la quota parte di spostamenti relazionata con il comparto che corrisponde alla deviazione di uno spostamento (componente pass-by) già presente in rete, che effettua una fermata intermedia nell'area di progetto.

La percentuale viene calcolata con le diverse formule considerando la totalità delle superfici commerciali pari a 55.000 mq + 15.000 mq = 70.000 mq (753.47 ft<sup>2</sup>).

| STIMA DELLA PERCENTUALE DI PASS-BY                 |  |                                   |                |              |                         |
|--|--|-----------------------------------|----------------|--------------|-------------------------|
| STUDIO DI RIFERIMENTO                              | EQUAZIONE  |                                   | R <sup>2</sup> | %PASS-BY     | OSSERVAZIONE            |
| ITE Trip Generation Handbook, 3rd Edition          | Shopping Center (820)                                |                                   |                | <b>0-35%</b> |                         |
|  | Supermarket (850)                                    |                                   |                | <b>0-25%</b> |                         |
| Updated Methods for Traffic Impact Analysis (2013) | ITE equation (shopping center)                       | $\ln(P) = -0,29 \ln(X) + 5,00$    | 0,37           | <b>22%</b>   | ora di punta della sera |
|  | Re-estimated ITE equation (non linear least squares) | $P = 129,18 * X^{(-0,252)}$       | 0,344          | <b>24%</b>   | ora di punta della sera |
|  | Lan equation (non linear least squares)              | $P = 20,93 + 33,16 * 0,996^{(X)}$ | 0,336          | <b>23%</b>   | ora di punta della sera |
| Review of trip generation studies (1996)           | Review of trip generation studies                    | $\ln(P) = -0,341 \ln(X) + 5,376$  | 0,34           | <b>23%</b>   |                         |

Si osserva che secondo le metodologie proposte, per il caso di studi si ottiene una percentuale variabile tra il 23% fino a un massimo del 35%.

Nel presente studio tale valore è stato assunto pari al 15% dell'indotto veicolare relativo alle sole funzioni commerciali e per l'Arena, corrispondente a circa 700 veicoli /ora. Vista la prossimità dell'intervento alla viabilità primaria, si rileva che tale percentuale corrisponda a meno del 2% del traffico esistente in rete.

Si sottolinea inoltre che la riduzione viene applicata al solo traffico di rete e, conseguentemente, la pressione veicolare attesa nell'area di progetto – ed in particolare sulle intersezioni di futura realizzazione – considera l'intera quota di spostamenti relazionati con le funzioni insediate.

Al fine di dettagliare al meglio l'analisi di traffico, pur mantenendo le condizioni imposte dal livello di dettaglio della piattaforma modellistica utilizzata, il progetto Montecity è stato inserito disaggregando l'area in 6 sotto-zone: residenziale, terziario, commerciale, Esselunga, museo-funzioni-ricettivo e Arena.

La disaggregazione delle zone consente inoltre di disporre i connettori di zona, ossia gli archi fittizi che permettono il collegamento tra la matrice di domanda, le zone rappresentative e la rete di traffico, di essere collegati nei punti precisi in cui sono previsti gli accessi alle varie funzioni.

Nel seguito si riportano i parametri di rete relativi allo scenario di progetto:

#### AM

- Veicoli\*km (numero totale di km percorsi nella rete) = 183.594
- Veicoli\*ora (numero totale di ore spese nella rete) = 3.752

#### PM

- Veicoli\*km (numero totale di km percorsi nella rete) = 181.148
- Veicoli\*ora (numero totale di ore spese nella rete) = 3.686

Le figure seguenti mostrano i risultati dell'assegnazione dello scenario di progetto nei due periodi di punta considerati.



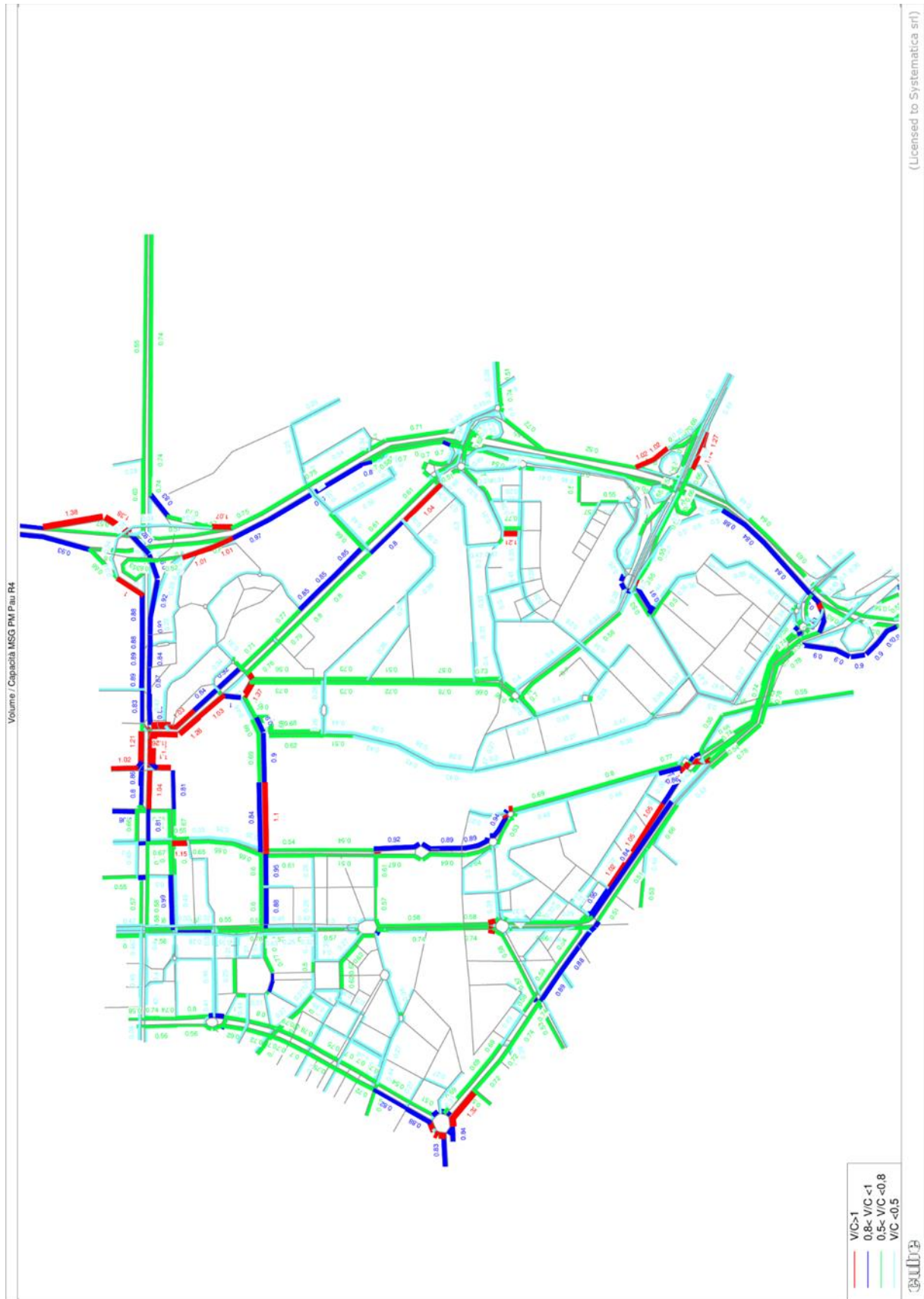






Figura 7.13: Flussogramma Scenario di Progetto PM





## 7.2 Analisi delle risultanze modellistiche a macro scala

Attraverso un confronto diretto fra le risultanze ottenute dall'analisi dei diversi scenari di simulazione è possibile offrire una più facile interpretazione del livello di funzionalità degli scenari investigati.

Nelle pagine precedenti sono stati indicati per ciascun scenario i principali indicatori di prestazione della rete nonché le mappature di flusso complessivo orario e di rapporto volume/capacità.

Nella Tabella che segue vengono riportati per ogni intervallo temporale di analisi, le risultanze relative ai tre scenari investigati e il confronto in termini assoluti e percentuali tra lo scenario di riferimento e lo scenario stato di fatto e tra lo scenario di progetto e lo scenario di riferimento.

| Ora di punta AM | Veicoli tot. | veh*km  | veh*h | km/veh | min/veh | Velocità media |
|-----------------|--------------|---------|-------|--------|---------|----------------|
| Stato di Fatto  | 40.779       | 170.151 | 3.330 | 4,2    | 4,9     | 51,1           |
| Riferimento     | 42.507       | 175.662 | 3.518 | 4,1    | 5,0     | 49,9           |
| Progetto MSG    | 44.277       | 183.594 | 3.752 | 4,1    | 5,1     | 48,9           |

|                |       |       |       |        |       |        |
|----------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Rif vs SdF     | 1.728 | 5.511 | 187   | -0,04  | 0,07  | -1,15  |
| Rif vs SdF     | 4,24% | 3,24% | 5,62% | -0,96% | 1,33% | -2,26% |
| MSG vs Rif     | 1.770 | 7.932 | 234   | 0,01   | 0,12  | -1,01  |
| MSG vs Rif (%) | 4,16% | 4,52% | 6,67% | 0,34%  | 2,40% | -2,02% |

Tabella 7.1: Scenari di simulazione AM: Parametri generali di prestazione della rete per ogni scenario e confronti

Occorre sottolineare che la velocità media di percorrenza della rete si attesta su valori molto alti rispetto agli standard in ambito urbano in quanto l'area considerata è di una dimensione tale da essere fortemente influenzata dalla presenza della Tangenziale, che alza il valore della media della velocità

Nello scenario AM si osserva una crescita della domanda di rete pari a circa il 4,2% tra lo Scenario di Riferimento e lo Scenario di Progetto a cui corrisponde una riduzione della velocità media di percorrenza del 2%, dimostrando che la quota aggiuntiva di traffico viene assorbita mantenendo prestazioni paragonabili a quelle oggi riscontrabili. In generale la pressione veicolare nel quadrante infrastrutturale oggetto di studio è maggiore nella finestra di punta del mattino seppur la quota indotta da Santa Giulia sia molto minore. Di seguito si riporta analoga Tabella 7.2 con le risultanze relative all'ora di punta pomeridiana.

| Ora di punta PM | Veicoli tot. | veh*km  | veh*h | km/veh | min/veh | Velocità media |
|-----------------|--------------|---------|-------|--------|---------|----------------|
| Stato di Fatto  | 34.831       | 146.615 | 2.604 | 4,2    | 4,5     | 56,3           |
| Riferimento     | 37.972       | 159.730 | 2.935 | 4,2    | 4,6     | 54,4           |
| Progetto MSG    | 42.814       | 181.148 | 3.608 | 4,2    | 5,1     | 50,2           |

|                |        |        |        |        |       |        |
|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Rif vs SdF     | 3.141  | 13.115 | 331    | 0,00   | 0,15  | -1,88  |
| Rif vs SdF     | 9,02%  | 8,95%  | 12,71% | -0,07% | 3,39% | -3,34% |
| MSG vs Rif     | 4.842  | 21.418 | 673    | 0,02   | 0,42  | -4,22  |
| MSG vs Rif (%) | 12,75% | 13,41% | 22,94% | 0,58%  | 9,03% | -7,75% |

Tabella 7.2: Scenari di simulazione PM: Parametri generali di prestazione della rete per ogni scenario e confronti



Nello Scenario di Progetto il sistema infrastrutturale è chiamato a gestire un considerevole aumento di domanda, pari a un incremento di oltre il 12,7% rispetto allo scenario di riferimento.

Si osserva come la riduzione dei parametri di velocità, pari a circa il 7,7%, non sia comunque proporzionale all'aumento di matrice a dimostrazione del fatto che le opere infrastrutturali di progetto sono adeguatamente dimensionate ed il sistema di accessibilità proposto in grado di distribuire i flussi afferenti i bacini di sosta distribuendo la domanda lungo molteplici percorsi.

In generale, anche alla luce dell'attenta disamina dei flussogrammi, si evidenzia come gli elementi di criticità siano piuttosto contenuti e puntuali in relazione all'ingente quota di traffico che è stata considerata nelle analisi simulate, le quali, come descritto nel seguente paragrafo, presenta valori complessivi a favore di sicurezza.

Tali elementi vengo valutati a scala locale tramite le verifiche di microsimulazione dinamica e le analisi di funzionalità statica puntuali, descritte nelle pagine a seguire.

## 8 Analisi modellistica a scala locale

### 8.1 Premessa metodologica

Il modulo di verifica delle configurazioni viabilistiche del Progetto di Mobilità rappresenta il momento di validazione della complessiva efficacia e relativa sostenibilità trasportistica degli assetti infrastrutturali indagati.

Come detto, la verifica modellistica ha affiancato la progettazione informando di volta in volta circa l'efficacia e la funzionalità delle diverse opzioni investigate, attraverso un processo iterativo di validazione e ridisegno fino alla formulazione dello scenario di progetto proposto. La piattaforma simulativa implementata considera l'intera area di Masterplan, estendendosi a Nord oltre lo svincolo A51 - CAMM e a Sud allo svincolo con la Paullese.

Disponendo dell'intera rete è infatti possibile avere il pieno controllo delle relazioni causa effetto che una modifica puntuale può comportare sul sistema viabilistico più generale e dunque sul complessivo livello di funzionalità della rete. Il modello è stato implementato nel software Paramics Discovery®, strumento di micro simulazione ad assegnazione dinamica, di cui di seguito si riporta una breve descrizione.



Figura 8.1: Descrizione della rete oggetto di microsimulazione

## 8.2 Descrizione del software Paramics Discovery®

Paramics Discovery®, (*Parallel Microscopic Simulation*) è un codice di microsimulazione dinamica comportamentale del traffico privato ed è in grado di modellizzare dinamicamente le componenti individuali del traffico veicolare ad un livello di disaggregazione tale da poter replicare, con assoluta fedeltà e realismo, il comportamento di ogni singolo veicolo, in funzione a specifici attributi cinematici e comportamentali.

Il software, di matrice anglosassone e prodotto dalla casa scozzese SIAS Ltd®, nonostante sia stato progettato per l'implementazione di modelli di traffico di micro / meso scala (dal singolo nodo ad un'area di studio di circa 5 km X 5 km), è in grado di gestire estese porzioni territoriali, ad includere interi ambiti urbani e regionali.

Paramics Discovery® rappresenta lo strumento ideale per l'analisi di funzionalità dell'impianto viario favorendo l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione e di adeguati correttivi puntuali e di rete. Tra le sue molteplici finalità, il software può essere utilizzato come un vero e proprio design-tool, grazie all'elevato livello di dettaglio che offre in merito alla descrizione dell'offerta infrastrutturale.

Il codice di verifica permette infatti l'accurata descrizione geometrica e funzionale di tutti gli elementi dell'offerta stradale, tra cui intersezioni semaforizzate complesse, rotatorie, elementi di restrizione dell'utilizzo della sede stradale, operazioni di calmierazione del traffico, sistema del trasporto pubblico ed interventi di priorità, generando una rappresentazione dinamica circa l'evoluzione e distribuzione delle correnti di traffico, oltre a dinamiche di congestione puntuale e diffusa.

In particolare, il codice di simulazione offre la possibilità di:

- simulare le componenti di traffico ed i fenomeni di congestione che ne possono derivare, gestendo il risultato dei calcoli effettuati tramite una rappresentazione in *real time*;
- avere funzioni di scelta del percorso ottimale ad apprendimento dinamico tali da poter integrare sistemi di trasporto intelligenti;
- interfacciarsi direttamente a strumenti di regolazione automatica del traffico, quali i sistemi per la gestione di impianti di semafori coordinati;
- ottenere report sia statistici che grafici del livello di performance di rete complessivo fino al livello del singolo veicolo per singolo istante di simulazione, fornendo quindi elementi di analisi estremamente efficaci per valutare la funzionalità e l'efficienza di un dato impianto infrastrutturale.

La possibilità di visualizzare e replicare dinamicamente le condizioni di circolazione sia in spazio bidimensionale sia tridimensionale, facilita la lettura dei risultati con grande efficacia comunicativa.

## 8.3 Approccio metodologico

La verifica di micro simulazione è stata finalizzata ad individuare tutti i correttivi geometrici e gestionali necessari a massimizzare il livello di accessibilità dell'area; analizzando lo scenario infrastrutturale presentato nel 2015 e valutando le osservazioni pervenute dai diversi enti unitamente alle prime risposte analitiche, è stato possibile valutare scenari alternativi fino ad arrivare alla proposta progettuale di aggiornamento del PII.

Si è ritenuto opportuno verificare sei differenti scenari di domanda, così denominati:

- **Scenario ARENA IN:** che corrisponde alla finestra temporale 17:30 -20:00 di un venerdì in cui è atteso un evento di massima affluenza alle ore 21:00;
- **Scenario ARENA OUT:** che corrisponde alla finestra temporale 22:00 -24:00 in cui si immagina si verifichi l'uscita degli utenti al termine di un evento di massima affluenza all'Arena alle ore 22:30.
- **Scenario SABATO SDF:** che corrisponde alla finestra temporale 16:30 – 19:00 di un sabato nello scenario attuale, necessario quale scenari di confronto per valutare l'impatto delle funzioni commerciali nelle ore di massimo carico.
- **Scenario SABATO MSG:** che corrisponde alla finestra temporale 16:30 – 19:00 di un sabato in cui è atteso un evento di massima affluenza alle ore 21:00;
- **Scenario OLIMPICO ARENA IN:** che corrisponde alla finestra temporale 17:30 -20:00 di un venerdì in cui è atteso un evento di massima affluenza alle ore 21:00 in uno scenario di realizzazione parziale del piano.
- **Scenario OLIMPICO ARENA OUT:** che corrisponde alla finestra temporale 22:00 -24:00 di un venerdì in cui si immagina si verifichi l'uscita degli utenti al termine di un evento di massima affluenza all'Arena alle ore 22:30 in uno scenario di realizzazione parziale del piano.

La matrice degli spostamenti origine-destinazione implementata nel modello di microsimulazione è stata generata dalla matrice di sub-area dal modello ad area vasta precedentemente descritto. I dati di domanda, in veicoli equivalenti, estratti dal modello ad area vasta sono stati riproporzionati sulla base dei rilievi di traffico nelle diverse tipologie veicolari. Dai dati di traffico è stato possibile ricavare anche il profilo di traffico e stimare dunque la matrice degli spostamenti nell'intervallo di 2,5 ore considerato.

La distribuzione della domanda di traffico indotta dal PII è stata ricavata dal flussogramma di assegnazione ad area vasta (Figura 8.2); si sottolinea che il più dettagliato sistema di zone adottato nella microsimulazione nonché la presenza del reale perditempo all'intersezione dettato dalla descrizione del sistema di precedenza e, dove presente del ciclo semaforico, sono fattori che concorrono ad individuare all'interno della rete di micro simulazioni possibili differenze nell'assegnazione dei percorsi.





Figura 8.2: Distribuzione della domanda in destinazione all'area di progetto

Il sistema di zone adottato vede la presenza di 11 zone cordonali e di 9 zone che riproducono i bacini di sosta pubblici e privati di futura realizzazione. I cicli degli impianti semaforici esistenti sono stati forniti da AMAT e descritti all'interno del codice di microsimulazione. Laddove necessario si è intervenuti nell'ottimizzazione dei piani esistenti in funzione della domanda attesa. Si rimanda all'Allegato 2 per il dettaglio dei piani semaforici proposto.

Particolare attenzione analitica è stata applicata all'ottimizzazione della proposta progettuale relativa allo svincolo di via Mecenate. Si rimanda agli elaborati di progetto per una più esaustiva comprensione dell'intervento proposto. Prima di presentare gli scenari di simulazione e le relative risultanze si descrivono gli elementi di innovazione introdotti nell'impianto viabilistico di progetto rispetto al progetto presentato nel 2015.

## 8.4 Elementi di ottimizzazione dell'impianto viario proposto

### 8.4.1 Svincolo di via Mecenate

Lo svincolo di via Mecenate è la porta di accesso all'area di progetto per quasi il 50% delle relazioni di destinazione che si distribuiscono in parte sull'itinerario urbano di via Mecenate (15%) e in parte sulla A51 (35%).

La particolarità del nodo è che nella situazione attuale le rampe di connessione con la tangenziale gravitano su una intersezione complessa che garantisce le relazioni con la città in entrambe le direzioni e con il quartiere ponte Lambro mantenendo anche la relazione diretta tra il quartiere e la città; questa è la principale ragione per cui si ha un doppio attraversamento del sedime autostradale, configurazione che è stata mantenuta invariata anche nello scenario di progetto.

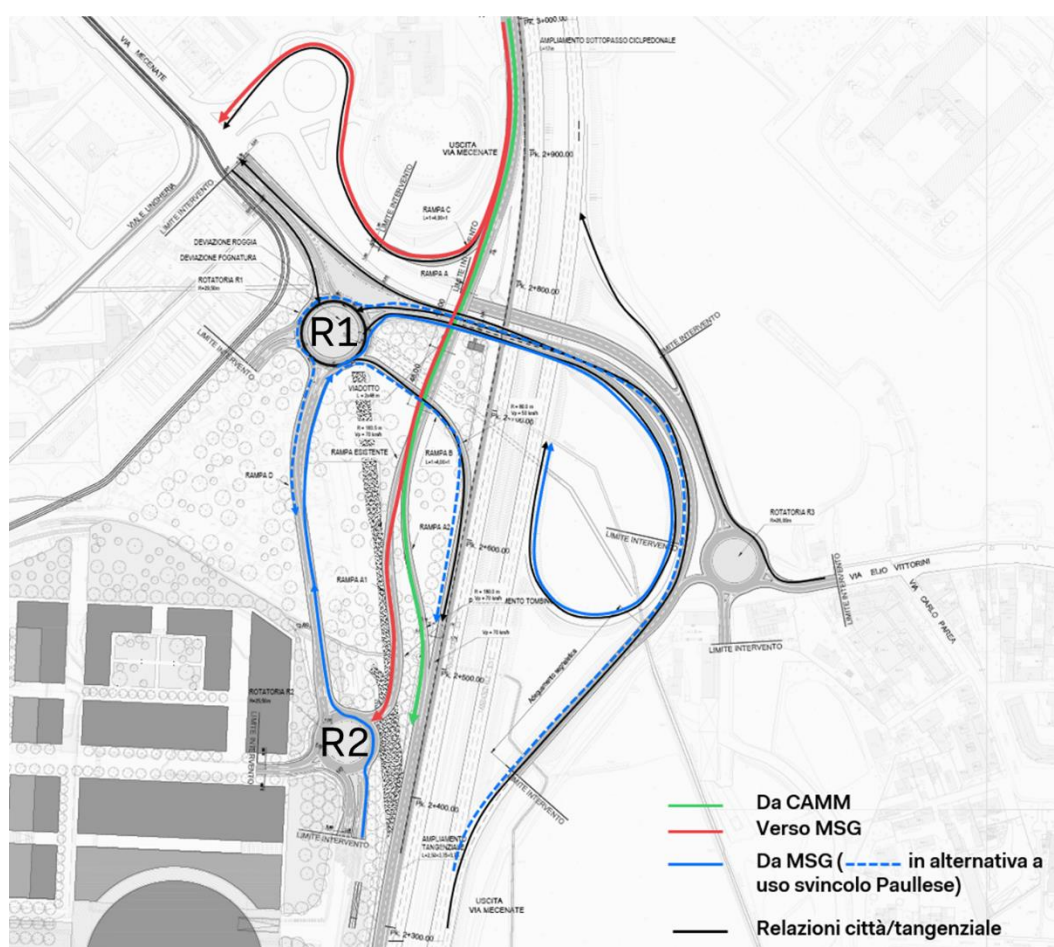


Figura 8.3: Descrizione dello svincolo di Mecenate di progetto

Le prime analisi simulative hanno evidenziato come la precedente proposta progettuale presentasse il limite di imporre il transito per due nodi a rotatoria dei veicoli destinati alla Tangenziale in direzione Sud. Il doppio sistema a rotatoria presentava complessivamente un flusso di traffico che non era in grado di essere assorbito.

L'intervento di modifica, proposto in sede di ottimizzazione a valle di un dialogo continuo con i tecnici di Milano Serravalle - Milano Tangenziali S.p.A., è il risultato di analisi di dettaglio di diverse configurazioni alternative.

Il layout finale ha visto una modifica della localizzazione e del dimensionamento della rotatoria R1 (cfr Figura 8.3) con inserimento di una rampa di connessione tra l'anello e la tangenziale. In questo modo i veicoli transitanti in R2 sono numericamente inferiori e soprattutto sono una quota di traffico quasi esclusivamente destinata alle aree di progetto. Il traffico locale relazionato con i quartieri esistenti trova infatti più conveniente il transito su R1 e dunque su via Bonfadini.

#### 8.4.2 L'intersezione semaforizzata Mecenate/Ungheria

L'intersezione con via Mecenate rappresenta oggi il nodo più complesso presente nella rete in quanto attraversato da un numero di veicoli considerevole e dalla linea tramviaria 27. Al nodo attualmente, sono consentite tutte le manovre. L'ottimizzazione dell'intersezione, necessaria in quanto nello scenario di progetto il nodo sarà chiamato a gestire una quota di domanda aggiuntiva relazionata con le funzioni insediate in Milano Santa Giulia e la nuova linea tramviaria che proprio in questo nodo si ricongiunge con la linea esistente. Lo studio dell'intersezione ha preso avvio da una analisi del ciclo semaforico attuale per arrivare alla proposta definitiva di gestione schematizzata nella figura seguente.

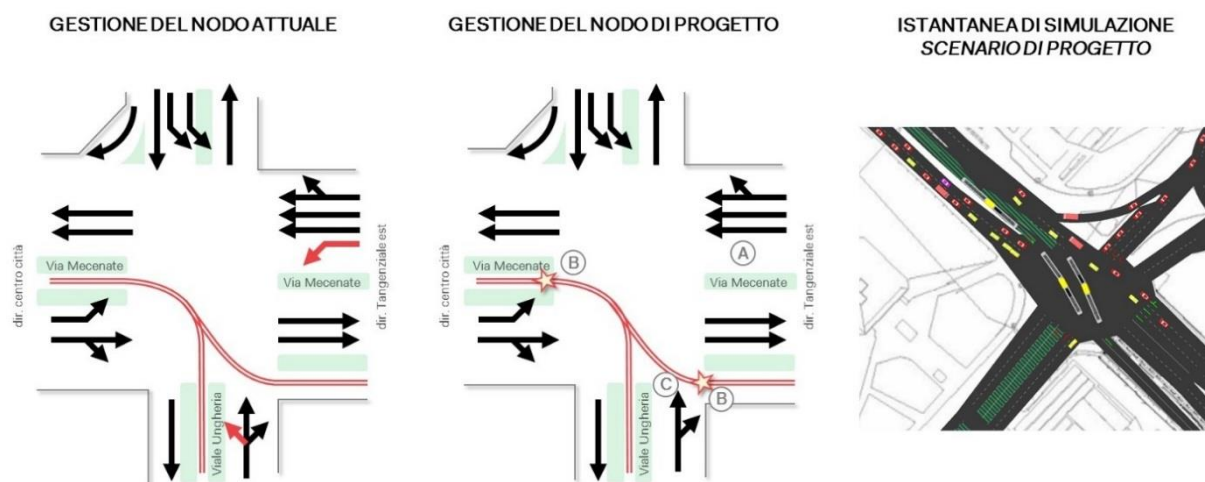


Figura 8.4: Descrizione dell'intersezione Mecenate -Ungheria

L'immagine riporta una schematizzazione delle manovre attualmente consentite e a fianco uno schema degli interventi che si propone di attuare unitamente a una istantanea di simulazione.

Nella simulazione si è ipotizzato un ciclo variabile attuato al passaggio della nuova linea tramviaria. Il ciclo minimo è di 100 secondi con una fase aggiuntiva di 10 secondi al passaggio del tram (Si rimanda all'Allegato 2 per la visione del piano semaforico proposto)

Dovendo garantire la svolta in sinistra da via Mecenate verso Ponte Lambro e al tempo stesso favorire lo smaltimento dei flussi provenienti da via Mecenate si propone nella gestione del nodo di eliminare la svolta in sinistra per i veicoli provenienti da R1 (cfr. Figura 8.3) diretti in via Mecenate. Proprio la presenza della R1 consente infatti di recuperare la direzione lungo via Bonfadini.

Analogamente da via Ungheria si propone di vietare la svolta in sinistra in Mecenate, manovra oggi rappresentata da una domanda poco significativa il cui divieto consente di aumentare il deflusso da nord verso via Ungheria e R1.

In approccio all'intersezione nel momento di picco si rilevano accodamenti lungo via Mecenate ma gli altri rami riescono a smaltire il traffico senza limitare il funzionamento di R1 e dello svincolo autostradale.

### 8.4.3 L'intersezione semaforizzata sulla nuova via Bonfadini

La presenza della linea tramviaria quale dorsale del trasporto pubblico all'interno del Master Plan caratterizza l'intervento di trasformazione urbanista e offre un elemento aggiuntivo di relazione con il quartiere esistente a Sud e a Nord oltre a favorire un riparto modale che veda una riduzione della pressione veicolare. La presenza del tracciato tramviario d'altra parte impone la presenza di numerose intersezioni semaforizzate.

Il tratto più critico è l'asse nord/sud tra via Bonfadini e il Crescent in quanto le due intersezioni sono caratterizzate da considerevoli picchi di domanda e soprattutto si trovano tra loro in posizione molto ravvicinata.

Analogamente a quanto fatto in precedenza si riporta un'immagine con lo schema delle manovre possibili e della gestione di proposta.

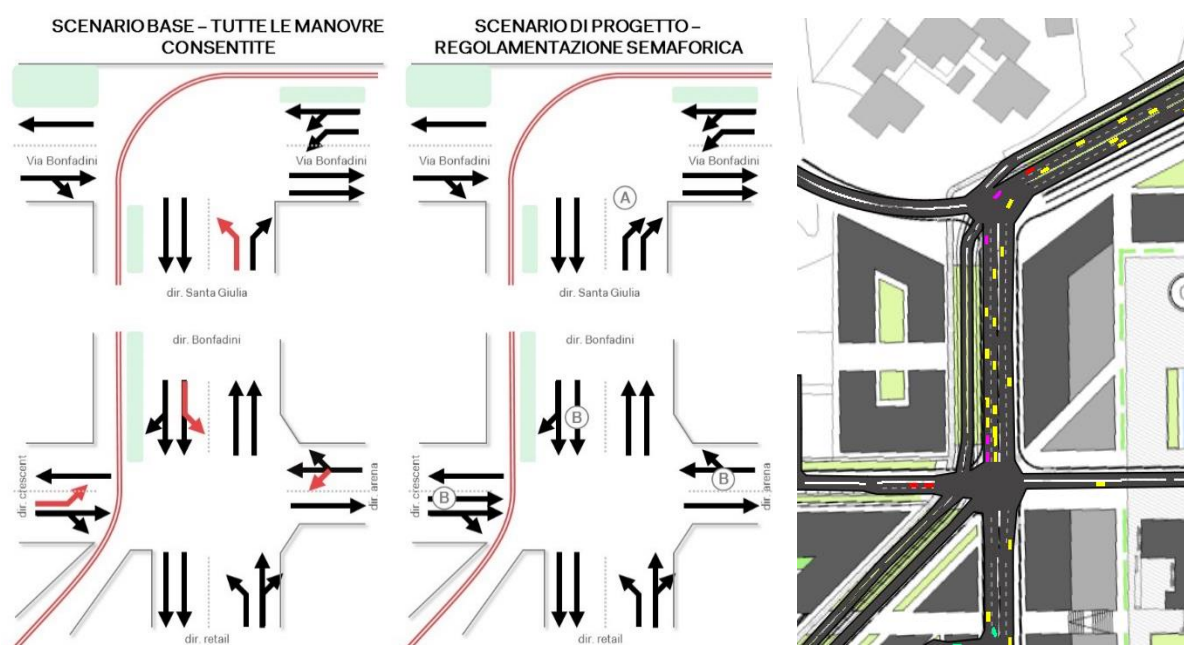


Figura 8.5: Descrizione delle intersezioni semaforizzate interne all'area di progetto

I cicli semaforici sono entrambi di 90 secondi coordinati tra di loro. Il ciclo è fisso nonostante la presenza del tram. Si potrebbe eventualmente proporre un ciclo variabile nei diversi momenti della giornata.

Anche in questo caso sono state introdotte delle limitazioni alla gestione delle manovre. In particolare nel nodo a Nord sarà impedita la svolta in sinistra verso il quartiere esistente, manovra gestita a Sud in uscita dal parcheggio interrato del commercio. Nel nodo a Sud sono impediti le svolte in sinistra lungo il Crescent, in parte per semplificare la gestione del semaforo in parte per favorire l'indirizzamento dei veicoli destinati alle aree di parcheggio lungo via Bonfadini.

## 8.5 Scenario di simulazione fascia pomeridiana – Arena IN

Lo scenario di simulazione si sviluppa lungo un periodo di 2 ore e mezza, dalle 17:30 alle 20:00. La scelta di analizzare nel dettaglio un periodo di tempo così ampio è stata dettata dalla volontà di valutare l'effettiva sovrapposizione dei flussi veicolari relazionati con le diverse funzioni.

In accordo con i dati rilevati nell'area del Forum di Assago, appare evidente che il traffico legato alle diverse funzioni presenta picchi di domanda in momenti differenti; l'analisi di dettaglio dei diversi profili consente di valutare la reale sovrapposizione di domanda e di quantificare le criticità che possono riscontrarsi.

Disponendo di uno strumento di microsimulazione la domanda di traffico viene rilasciata in rete secondo differenti profili. Per la domanda di rete si utilizzano i profili emersi dai rilievi di traffico, appositamente sviluppati nel medesimo periodo, raccogliendo il dato ad intervalli di 15 minuti.

La domanda relativa ad Arena, come detto, tiene conto del profilo di arrivo desunto dalle indagini sviluppate presso il forum di Assago. Per quanto riguarda la domanda di traffico relazionata con il distretto commerciale e con Esselunga si è adottato il profilo medio registrato nell'area, considerando tutte le manovre di traffico rilevate.

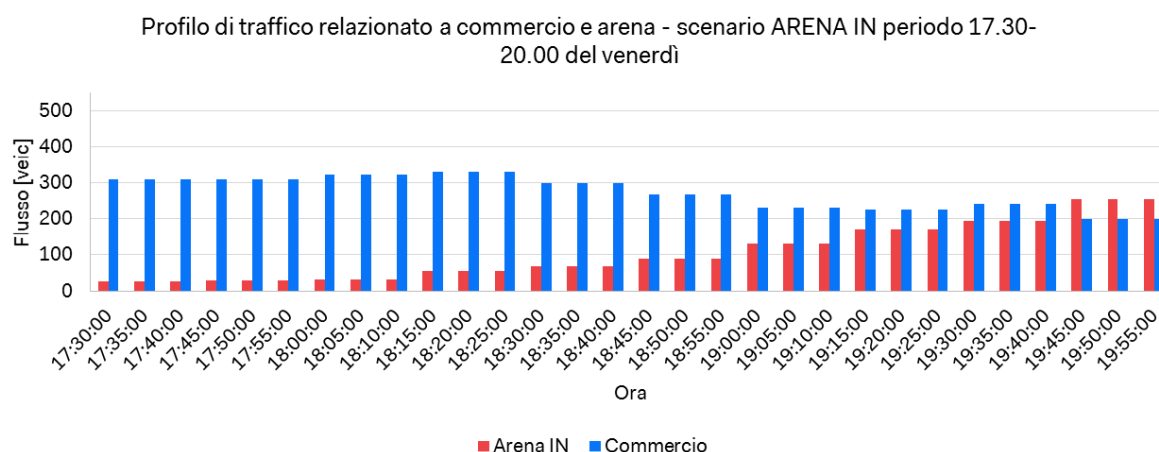


Figura 8.6: Scenario Arena IN: Profilo di rilascio della domanda di traffico di Arena e del commercio

Nel grafico si dà evidenza della distribuzione della domanda di Arena e del distretto commerciale (comprensivo del lotto di Esselunga) durante il periodo di simulazione. Il grafico riporta il valore di flusso rilasciato in rete ogni 5 minuti. Complessivamente nelle 2 ore e mezza di simulazione si registrano 2.584 veicoli relazionati con Arena e oltre 8.500 con il distretto commerciale e il comparto Esselunga.

Dal grafico emerge come la domanda di traffico stimata per le superfici commerciali, in accordo con la normativa vigente in regione Lombardia, sia una quota di traffico molto elevata: utilizzando tali valori di generazione, i 70.000 mq di SI di commercio generano e attraggono nell'ora di punta picchi di oltre 300 veicoli ogni singolo intervallo di 5 minuti.

I parametri di stima oggi in vigore prevedono infatti che, oltre i 12.000 mq di superficie di vendita, il traffico abbia una crescita lineare costante anche se è presumibile che, come avviene per le prime metrature, al crescere della superficie si abbia una incidenza sempre più contenuta sulla quota di traffico aggiuntiva.

Va ricordato inoltre che al picco delle funzioni commerciali viene a sommarsi l'indotto veicolare corrispondente ad un evento di massima affluenza (16.000 spettatori) presso Arena.



Per tale motivo, è importante sottolineare che la stima del traffico indotto risulti essere molto cautelativa in termini di domanda attesa e che lo scenario investigato, sia a scala macro sia a scala locale, possa essere considerato di fatto uno scenario conservativo in termine di pressione veicolare attesa.

Si ritiene che le risultanze simulative di seguito riportate offrano una buona risposta in termini di livello prestazionale offerto dall'impianto viabilistico in relazione allo scenario di domanda considerato.

Nella figura seguente si riporta l'andamento della velocità di simulazione durante il periodo di assegnazione; in verde è riportato il profilo della velocità registrata ogni minuto di simulazione (velocità istantanea) e in rosso la velocità cumulata, che tiene conto minuto per minuto di quanto è stato rilevato nei minuti precedenti.

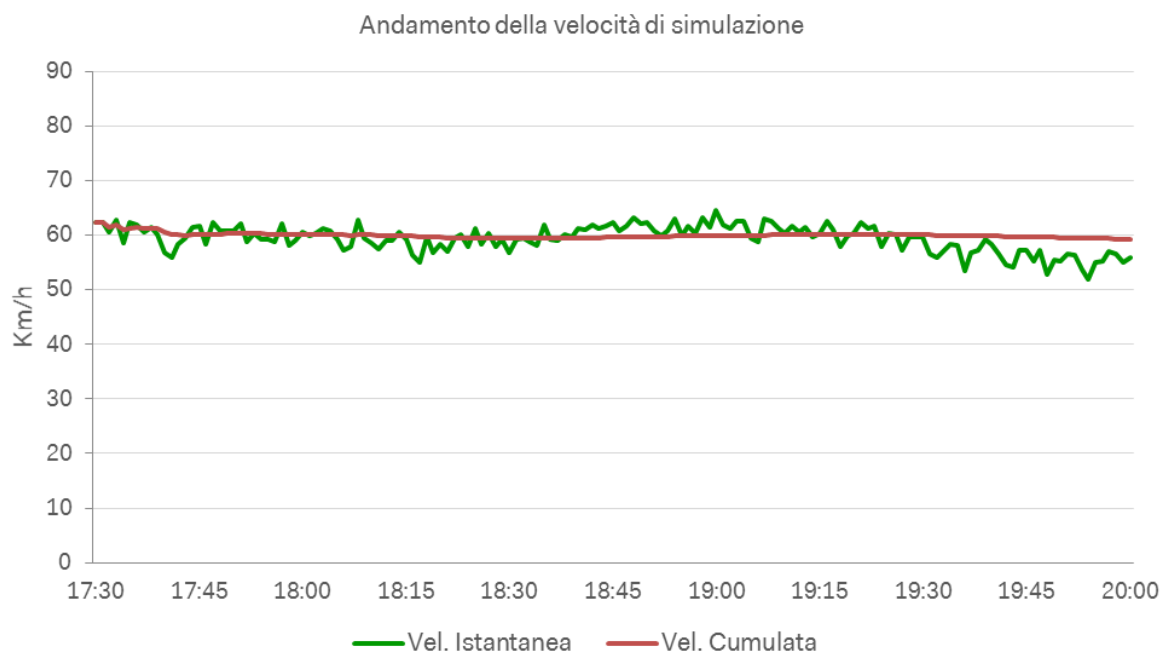


Figura 8.7: Scenario Arena IN – andamento della velocità nel periodo di simulazione

L'andamento della velocità cumulata evidenzia che mediamente il traffico si assesta su un valore di circa 60 km/h a dimostrazione che la rete è in grado di gestire l'elevata quota di domanda di traffico richiamata nell'area, risolvendo anche i momenti di temporanea criticità e accodamento.

Il valore di velocità piuttosto elevato è essenzialmente dovuto alla presenza di una elevata quota di domanda in ambito autostradale che mantiene la velocità media di rete su valori assoluti più elevati di quelli tipicamente riscontrabili in ambito urbano.

Durante la simulazione si osserva che al semaforo di via Mecenate si possono presentare momentanee situazioni di accodamento, soprattutto lungo via Mecenate in quanto si è cercato di favorire le manovre in attestazione da Nord e da R1 (cfr. Figura 8.3), per ridurre i rischi di rigurgito sulle rampe della tangenziale.

Si ritiene comunque che in ambito urbano, su una viabilità dove il traffico è platonato dagli impianti semaforici la condizione sia sostenibile, considerata la concomitanza degli eventi di affluenza al distretto commerciale e all'Arena.

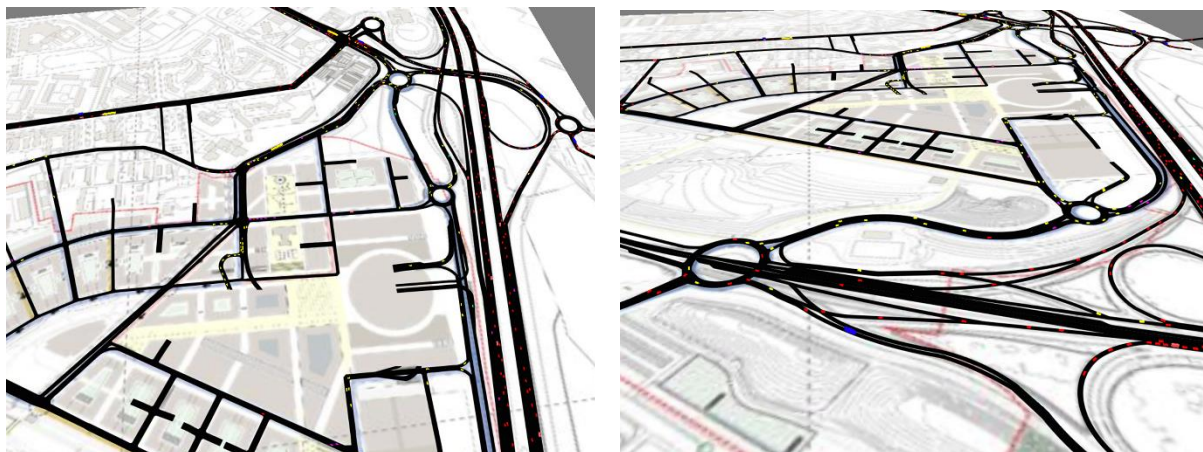


Figura 8.8: Scenario Arena IN: istantanee di simulazione

In Figura 8.9 si riporta il flussogramma di assegnazione che identifica il carico veicolare transitante su ogni arco stradale nell'intervallo di tempo considerato. Va ricordato che diversamente da un modello ad assegnazione statica nel modello di microsimulazione i valori di flusso relativi a ciascun arco identificano il numero reale di veicoli che effettivamente riesce a transitare nell'arco nell'unità di tempo considerata.

Il modello di microsimulazione consente di dettagliare i profili di domanda descrivendo diversamente le diverse componenti ; all'interno del periodo di simulazione di simulazione si tiene conto che al protrarsi del periodo di studio, al crescere della domanda di Arena, si ha una generale attenuazione del traffico circolante e del traffico relazionato con le funzioni commerciali, evidenziando con maggior accuratezza gli elementi di criticità riscontrati a scala macro.

Inoltre, le verifiche di microsimulazione permettono una più dettagliata descrizione dell'impianto stradale, per quel che riguarda sia l'assetto geometrico, sia i sistemi di regolamentazione semaforica, garantendo una più attenta lettura circa le complesse fenomeniche di traffico e, conseguentemente, l'identificazione di adeguate misure di mitigazione / ottimizzazione.



Figura 8.9: Scenario Arena IN – Flussogramma di assegnazione

Nella tabella a seguire si riportano i parametri di rete che esprimono il livello di prestazione dello scenario di simulazione investigato. Per lo scenario Arena IN si riportano i valori registrati al termine dell'ora di punta, alle 18.30 e al termine della simulazione alle ore 20.00.

La matrice assegnata nel modello è pari a 44.280 veicoli, dunque come si evince dalla tabella sotto riportata a fine simulazione non si registra alcun residuo.

| Scenario | Ora<br>(HH:MM:SS) | N. di<br>veicoli<br>simulati | Tempo<br>medio di<br>percorrenza<br>per veicolo<br>(sec) | Tempo<br>totale di<br>percorrenza<br>della rete<br>(veh X h) | Distanza<br>media<br>per<br>veicolo<br>(km) | Distanza<br>totale<br>percorsa<br>nella rete<br>(veh X km) | Velocità<br>media<br>cumulata di<br>rete (kph) |
|----------|-------------------|------------------------------|--|--|---|--|--|
| Arena IN | 17:30 - 20:00     | 44.280                       | 166,34   | 2046   | 2,739                                       | 121.280  | 59,28  |
| Arena IN | 17:30 - 18:30     | 19.604                       | 167,83   | 914  | 2,771                                       | 54.317   | 59,43  |

Tabella 8.1: Scenario Arena IN: parametri generali di rete

Si osserva che le condizioni registrate nell'ora di punta sono molto simili all'andamento generale lungo tutto il periodo di analisi.

Il modello replica il sistema di sosta di progetto che prevede di avere una rete di collegamento interrata tra il bacino sottostante il distretto commerciale e i piani interrati dei parcheggi multipiano di Arena. In questo modo il sistema risulta molto flessibile in quanto da qualsiasi provenienza è possibile individuare più di un percorso per raggiungere i bacini di sosta. Sarà quindi possibile adottare un sistema di gestione dei flussi che indirizzi l'utenza in tempo reale con messaggi a pannello variabile sul percorso ottimale di accesso al sito.

Di seguito si riportano i dati di flusso rilevati tra le 17:30 e le 18:30 in corrispondenza dei principali nodi di accesso all'area. I valori riportati nel flussogramma indicano i passaggi veicolari in quanto all'interno del modello la domanda viene simulata suddivisa nelle differenti categorie veicolo, non in veicoli equivalenti.

**I flussogrammi di dettaglio sono consultabili nell'Allegato 6.**

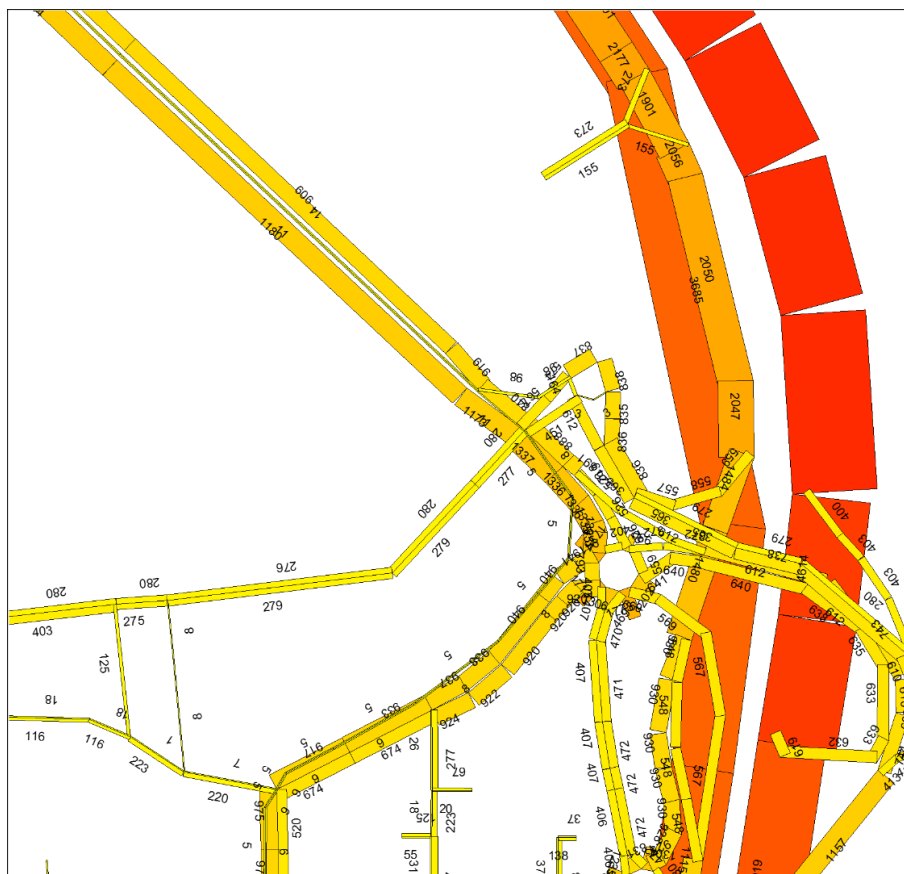


Figura 8.10: Scenario Arena IN: dettaglio flussogramma 17.30 - 18.30





Figura 8.11: Scenario Arena IN: dettaglio flussogramma 17.30 - 18.30

**Per offrire una lettura completa delle risultanze della simulazione nel Allegato 7 si riporta un dettaglio sulle code registrate in corrispondenza delle principali intersezioni.**

Dalle risultanze emerge che la rete e in particolare i singoli nodi sono in grado di gestire la domanda attesa, le infrastrutture e il sistema di gestione delle intersezione adottato è tale da registrare accodamenti accettabili all'interno di tutto il periodo oggetto di microsimulazione.

### 8.5.1 Analisi delle intersezioni lungo via Manzù

Un ulteriore approfondimento è stato sviluppato lungo l'asse di via Manzù interessato dal passaggio della futura linea tranviaria. Il progetto prevede che il tram, provenendo da Rogoredo, si innesti nel centro della carreggiata di Via Manzù, in corsia riservata, attraversando la rotatoria di via Pizzolpasso; proseguendo verso nord, la linea piega nuovamente a destra lungo il parco, attraversando l'intersezione a rotatoria tra via Manzù e via Sordello. Le sopracitate intersezioni saranno semaforizzate con un impianto attuato dal transito del tram.

Si prevede inoltre una ulteriore intersezione semaforizzata a chiamata che consenta l'attraversamento pedonale e ciclabile all'atezza di via Severini.

Per valutare l'impatto indotto dalla presenza del tram sulle generali condizioni di mobilità dell'area è stato utilizzato il modello di microsimulazione relativo allo scenario di domanda denominato Arena IN.

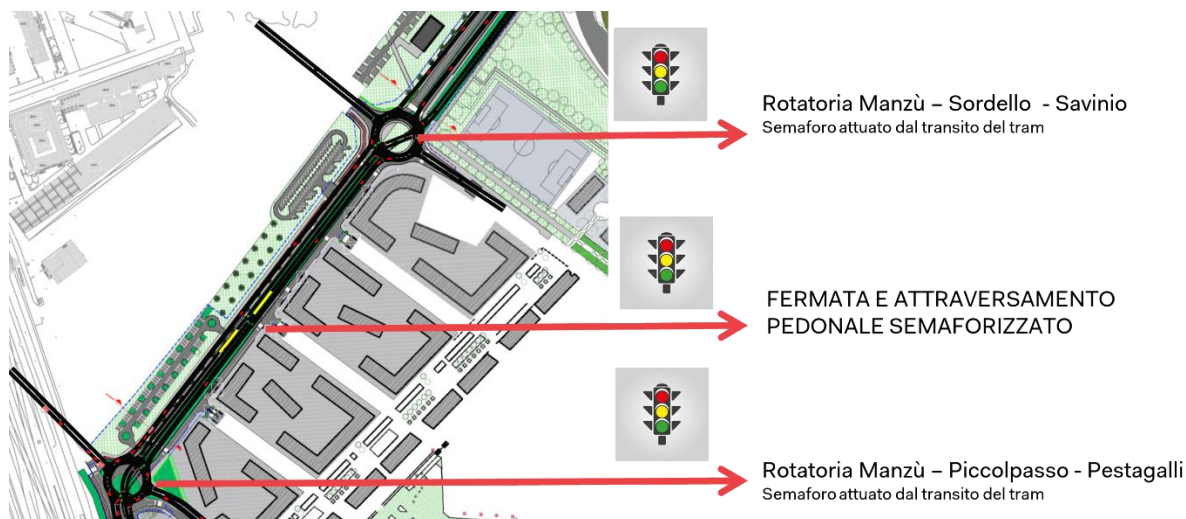


Figura 8.12: : localizzazione delle intersezioni semaforizzate lungo via Manzù)

Dalle analisi modellistiche ad area vasta si osserva che l'impianto viabilistico di progetto e la gerarchia stradale individuata, sono tali da contenere i flussi di traffico in transito su via Manzù.

In particolare si rileva che Via Manzù è interessata solo marginalmente dal traffico attratto e generato dalla grandi funzioni urbane ( commercio e Arena) in quanto il sistema di accesso ai bacini di sosta è localizzato in modo tale da favorire l'utilizzo della nuovo asse di collegamento tra la rotatoria di via del Futurismo a Sud e lo svincolo di via Mecenate a Nord.

Per tale motivo dalla simulazione emerge che la presenza degli impianti semafori non determina accodamenti significativi in quanto le intersezioni sono molto distanziate e il flusso di traffico è contenuto. Inoltre l'impianto semaforico blocca i veicoli in approccio all'anello di rotatoria, unicamente in corrispondenza del passaggio del tram, per il restante periodo l'intersezione lavora come semplice rotatoria.

Si riporta a seguire il flussogramma di assegnazione e il grafico che evidenzia l'andamento della velocità media e istantanea relativa a questa porzione di rete. Si osserva che l'andamento si mantiene pressochè costante a dimostrazione che non si verificano fenomeni di congestione.

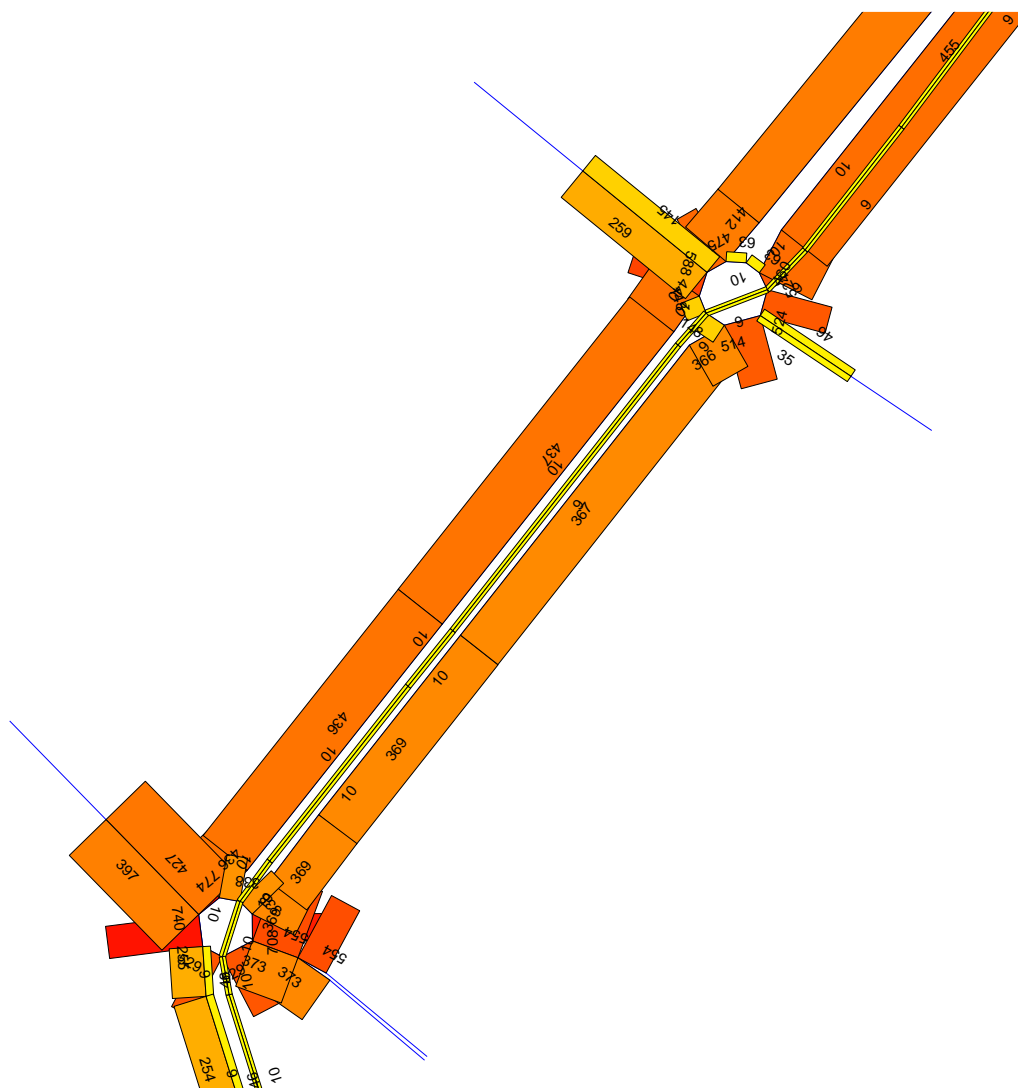


Figura 8.13: Flussogramma di assegnazione ora di punta PM

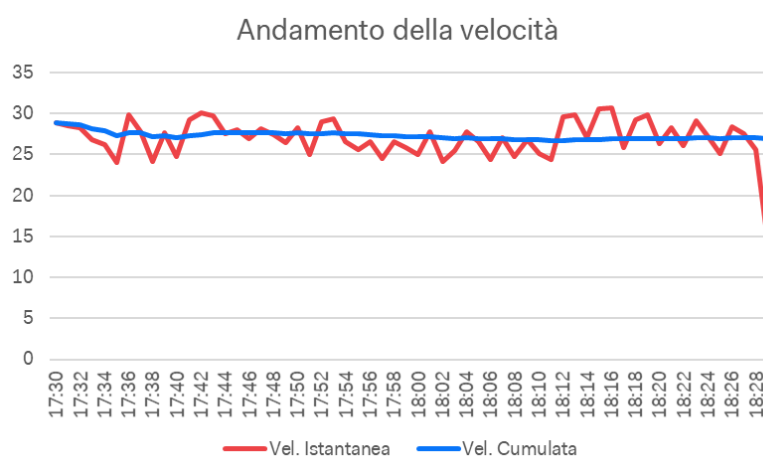


Figura 8.14: andamento della velocità di rete

Relativamente all'attraversamento pedonale si riporta a seguire un dettaglio della planimetria di progetto nella quale si individua che l'attraversamento è localizzato in prossimità della fermata del tram. Le due

fermate, una per senso di marcia, sono localizzate in modo tale che l'attraversamento avvenga alle spalle del veicolo in sosta, offrendo una maggior sicurezza al pedone. Inoltre la banchina presenta una larghezza pari a 2,30 che consente dunque la sosta del pedone, ed eventualmente del ciclista, a lato della carreggiata veicolare in totale sicurezza.

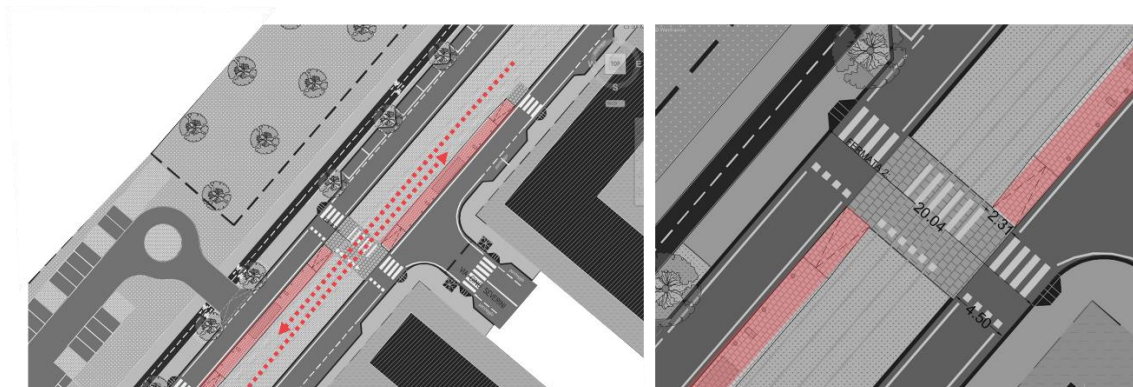


Figura 8.15: dettaglio progettuale dell'area di attraversamento pedonale

Non essendo possibile in questa fase quantificare la domanda pedonale all'intersezione, sono state formulate alcune ipotesi al fine di replicare all'interno del modello di simulazione il funzionamento dell'impianto semaforico.

In particolare si è ipotizzata una cadenza di 6 minuti per entrambe le direzioni. La fase di verde pedonale viene attivata a chiamata e si ipotizza un tempo minimo di 18 secondi e un massimo di 25 per consentire l'attraversamento. Tali tempi sono stati valutati in relazione alla larghezza del sedime stradale e alla possibilità di sostare in banchina in totale sicurezza, sia in relazione al tram che al traffico veicolare. La probabilità che si verifichi la chiamata è stata ipotizzata pari a un minimo di 90 secondi fino a un massimo di 180 secondi.

Applicando le ipotesi sopra riportate il modello non evidenzia alcuna criticità. Gli accodamenti durante la fase di verde pedonale sono contenuti e la funzionalità dell'intero asse viene garantita lungo tutto il periodo di simulazione; si riportano a seguire alcune istantanee di simulazione che evidenziano le buone condizioni di circolazione.

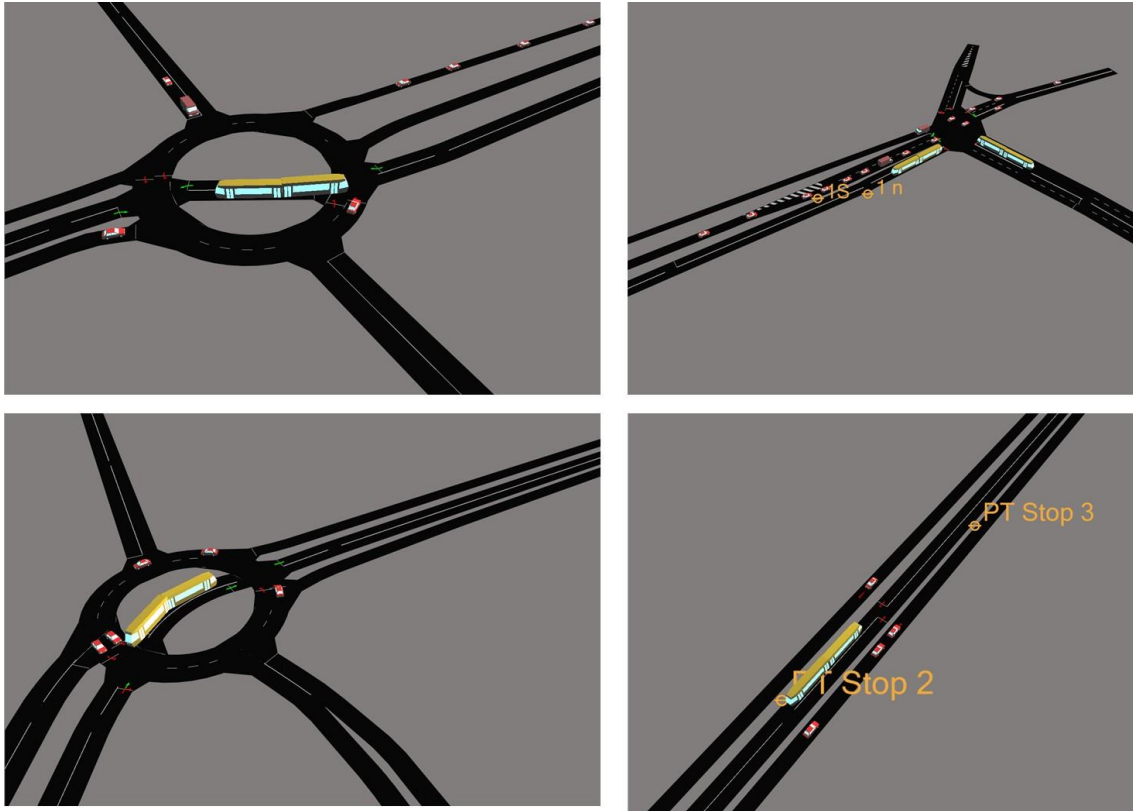


Figura 8.16: istantanee di simulazione



## 8.6 Scenario di simulazione fascia serale – Arena OUT

Lo scenario Arena OUT è stato sviluppato per verificare se il sistema di distribuzione interno al comparto fosse correttamente dimensionato e funzionale ad accogliere un picco di domanda molto concentrato quale può essere quello che si verifica al termine di un evento all'Arena.

La stima della domanda di traffico è stata sviluppata andando a verificare l'andamento giornaliero del traffico nella sezione di rilievo automatico posizionata su via Mecenate.

Nel grafico sotto si riporta il profilo orario registrato nella giornata di venerdì in entrambe le finestre orarie.

Il grafico mette in luce come dopo le 20:00 si abbia un crollo del traffico cittadino in entrambe le direzioni di marcia. Immaginando dunque che un evento non possa aver termine prima delle ore 22:30 è stato ridotto il traffico di rete dello scenario Arena IN applicando il coefficiente di riduzione calcolato dal confronto tra il dato di traffico registrato tra le 18:00 e le 20:00 e quello registrato tra le 22:00 e le 24:00; il traffico di rete risulta essere circa il 35% in meno di quello dell'intervallo 18:00 – 19:00.

Inoltre si è supposto che nello scenario di simulazione il Comparto Esselunga sia chiuso e che non ci siano veicoli in ingresso al distretto commerciale; i flussi in uscita dal distretto commerciale sono stati invece considerati pari al 25% di quelli entranti nello scenario Arena IN.

Profilo giornaliero Via Mecenate - venerdì 16 marzo 2018

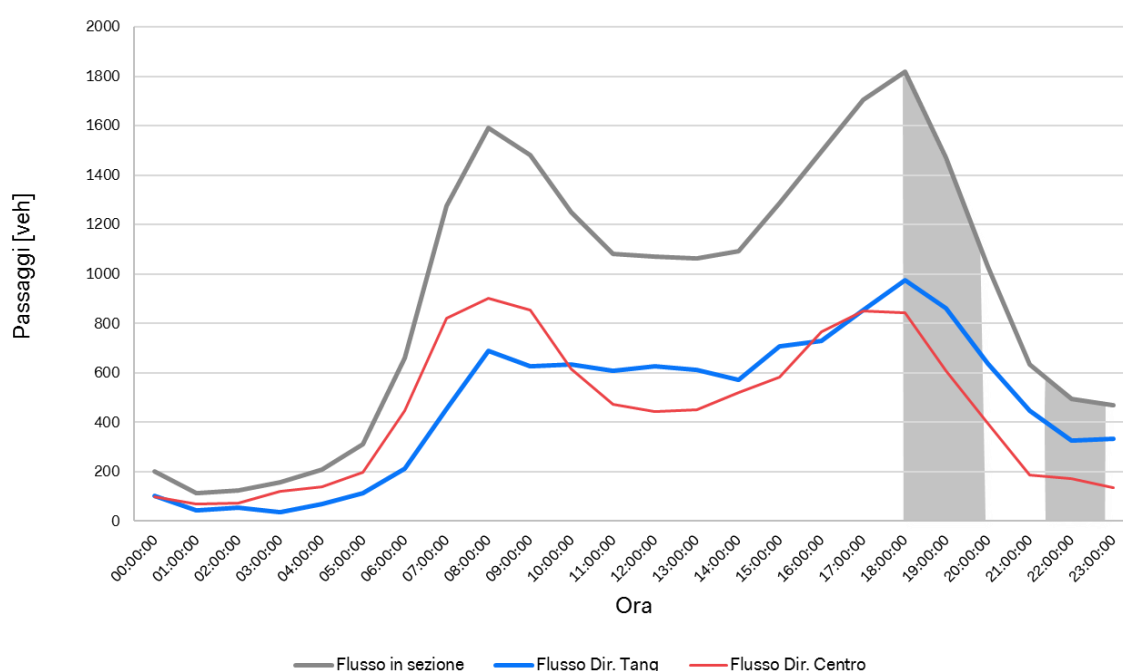


Figura 8.17: Sezione di rilievo veicolare Via Mecenate: Profilo giornaliero di traffico

Relativamente al profilo di uscita da Arena non si disponeva di un dato rilevato come per lo scenario di ingresso; il profilo è stato dunque ricostruito basandosi su casi studio analoghi. In particolare si è ipotizzato che nell'ora successiva al termine dell'evento si registri l'80% dei flussi in uscita e che il 60% sia concentrato nella prima mezz'ora, come indicato nel grafico a seguire.

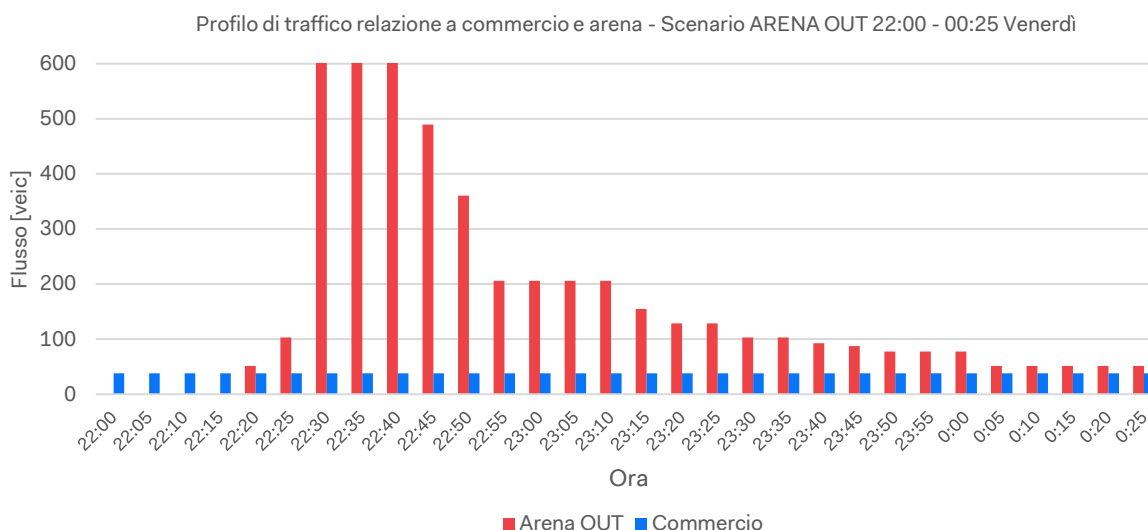


Figura 8.18: Scenario Arena OUT: Profilo di rilascio della domanda di traffico di Arena e del commercio

Dal grafico emerge come il picco di domanda sia molto concentrato con il rilascio nel primo quarto d'ora dopo il termine dell'evento di poco più di 1.500 veicoli. D'altra parte si osserva come il periodo critico sia molto concentrato e vada a gravare su una condizione generale di rete decisamente più favorevole.

Di seguito si riporta l'andamento del grafico delle velocità; è riscontrabile come le criticità siano confinate nell'ora di picco per poi tornare alle condizioni iniziali subito dopo.

Si osserva che la velocità media cumulata subisce una forte decrescita ma che si risolve al termine dell'ora di punta a dimostrazione che gli accodamenti e i rallentamenti sono solo a carattere temporaneo. Questa velocità considera anche il perditempo dei veicoli in attesa ai parcheggi prima del loro ingresso in rete, per cui l'effettiva velocità media di circolazione sulla rete stradale è maggiore di quella riportata.



Figura 8.19: Scenario Arena OUT - Profilo di rilascio della domanda di traffico di Arena e del commercio

In questo scenario risulterà importante l'adozione di un sistema di indirizzamento all'interno dei parcheggi che consenta di ridurre le percorrenze e indirizzare gli utenti nella direzione di destinazione già dall'interno dell'area di sosta.

Analogamente a quanto fatto per lo scenario di ingresso si riportano quali ulteriori risultanze dell'analisi simulativa il flussogramma di assegnazione e i parametri generali di rete. Il flussogramma riportato in Figura 8.20 si riferisce alla sola ora di punta tra le 22:30 e le 23:30 e individua la dispersione dei veicoli in uscita dai parcheggi nelle diverse direttrici di destinazione.



Figura 8.20: Scenario Arena OUT: Profilo di rilascio della domanda di traffico di Arena e del commercio

A seguire le immagini di dettaglio con indicazione del flusso orario transitante su ogni arco.

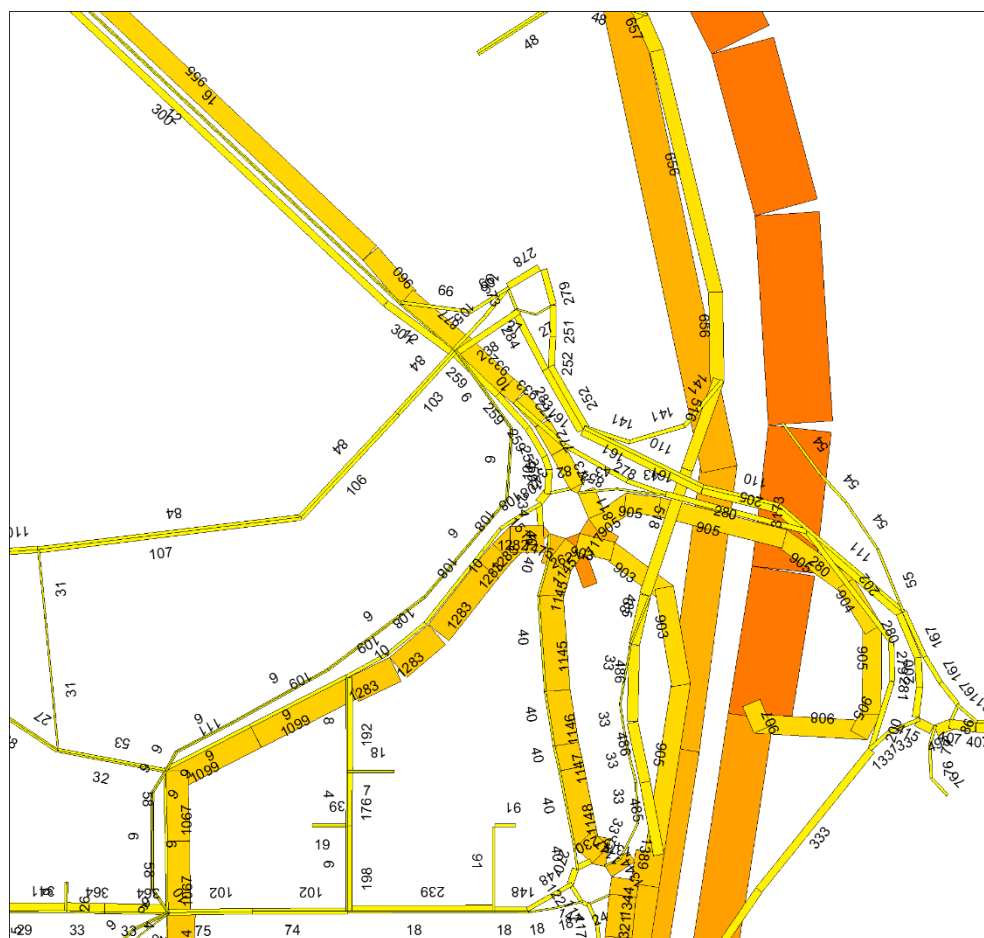


Figura 8.21: Scenario Arena OUT: flussogramma di dettaglio



Figura 8.22: Scenario Arena OUT: flussogramma di dettaglio

I parametri generali, riportati nella Tabella 8.2 a seguire, presentano una velocità media molto più contenuta rispetto allo scenario dell'ingresso perché influenzata dal profilo di rilascio della zona, che presenta dei picchi molto considerevoli e in parte perché, essendoci meno traffico sugli archi autostradali, complessivamente il peso delle relazioni di carattere urbano pesa maggiormente sul valore assoluto della velocità.

| Scenario  | Ora<br>(HH:MM:SS) | N. di<br>veicoli<br>simulati | Tempo<br>medio di<br>percorrenza<br>per veicolo<br>(sec) | Tempo<br>totale di<br>percorrenza<br>della rete<br>(veh X h) | Distanza<br>media per<br>veicolo<br>(km) | Distanza<br>totale<br>percorsa<br>nella rete<br>(veh X km) | Velocità<br>media<br>cumulata di<br>rete (kph) |
|-----------|-------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|
| Arena OUT | 22:00 - 00:30     | 20.693                       | 181,52   | 1.043  | 2.958                                    | 61.204   | 58,60  |
| Arena OUT | 22:30 - 23:30     | 9.885                        | 220,68   | 606  | 2.889                                    | 28.562   | 47,14  |

Tabella 8.2: Scenario Arena OUT: Parametri generali di rete

La matrice assegnata è pari a 20.701 dunque a fine simulazione si registra un residuo di 8 veicoli, valore considerato trascurabile.



Durante la finestra di simulazione si osservano accodamenti in corrispondenza delle rotatorie e delle intersezioni semaforizzate in uscita dai parcheggi. Si ritiene comunque che l'impianto proposto sia adeguatamente dimensionato e sufficientemente flessibile per far fronte alla condizione di deflusso testata.

La presenza delle intersezioni semaforizzate nella rete consente di platonare i flussi evitando di congestionare eccessivamente le rotatorie, consentendo al variare del ciclo lo smaltimento dei veicoli in attesa all'anello.

Un eventuale ulteriore elemento di ottimizzazione potrebbe consistere nell'attuazione delle intersezioni su cicli semaforici variabili che favoriscano l'esodo dall'area.

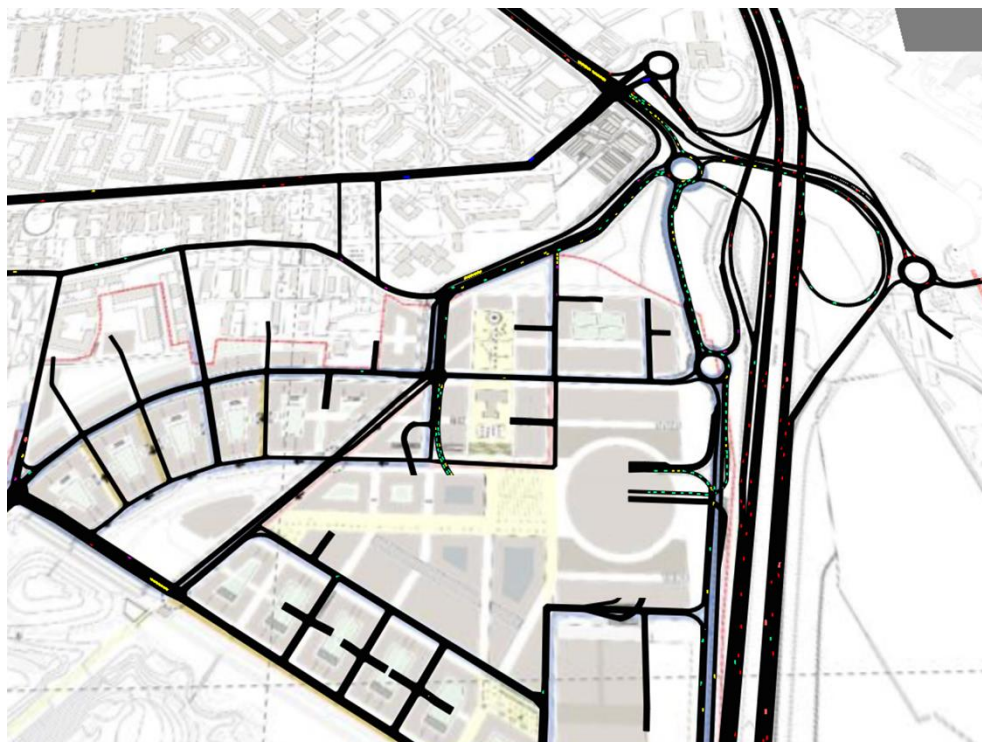


Figura 8.23: Scenario Arena OUT: istantanea di simulazione

## 8.7 Scenario del Sabato Pomeriggio

### 8.7.1 Introduzione

Lo scenario di domanda del Venerdì risulta essere in termini assoluti quello più critico in quanto all'elevato traffico di rete si va ad aggiungere quello relazionato con le funzioni commerciali e con l'Arena. Proprio la presenza delle funzioni commerciali ha reso necessaria una verifica della sostenibilità trasportistica, delle opere viabilistiche di progetto, anche in corrispondenza della finestra di punta del sabato pomeriggio in cui si ha la massima affluenza di clienti e visitatori.

Durante il sabato, pur registrando un traffico di rete, dovuto a spostamenti sistematici, notevolmente inferiore rispetto al venerdì, si presentano picchi di domanda alle attività commerciali. Al fine di verificare l'impatto relativo a queste funzioni durante l'ora di punta serale del sabato, sono stati sviluppati ulteriori analisi modellistiche.

Le analisi si pongono l'obiettivo di verificare che i nodi di progetto e il sistema di accesso ai parcheggi siano adeguati a gestire la domanda attesa. L'analisi viene condotta per tale motivo solo attraverso una

verifica di microsimulazione in quanto l'impatto sulla rete esterna viene verificato nella finestra più critica del venerdì.

Per tale ragione nel febbraio del 2019 è stata aggiornata la campagna di rilievo di traffico manuale nelle medesime postazioni eseguite nella giornata di venerdì; in corrispondenza delle postazioni automatiche il dato del sabato era già stato registrato.

Sulla base delle informazioni raccolte è stato calibrato lo scenario di simulazione che riproduce le attuali condizioni viabilistiche nella finestra pomeridiana del sabato; successivamente è stata valutata la funzionalità dello scenario di progetto andando a stimare la domanda di traffico corrispondente alla medesima finestra temporale di studio. Nei paragrafi a seguire si descrivono le diverse attività in cui è stata articolata questa ulteriore analisi modellistica.

## 8.7.2 Campagna di indagine

È stata svolta una campagna di indagine del traffico veicolare il pomeriggio del sabato 16 febbraio di 2019 dalle 16:30 alle 19:00, rilevando manualmente tutte le manovre precedentemente monitorate nella giornata del venerdì (cfr. Capitolo Campagna di indagine del traffico urbano).

Dai conteggi di traffico si rivela che l'ora di punta della sera del sabato si colloca tra le 17:00 e le 18:00 (Figura 8.24), e il traffico presenta poca variabilità rispetto agli intervalli adiacenti. Per quanto riguarda la composizione veicolare, si sottolinea che la quota di veicoli pesanti durante il periodo di analisi è inferiore al 2% del traffico totale.

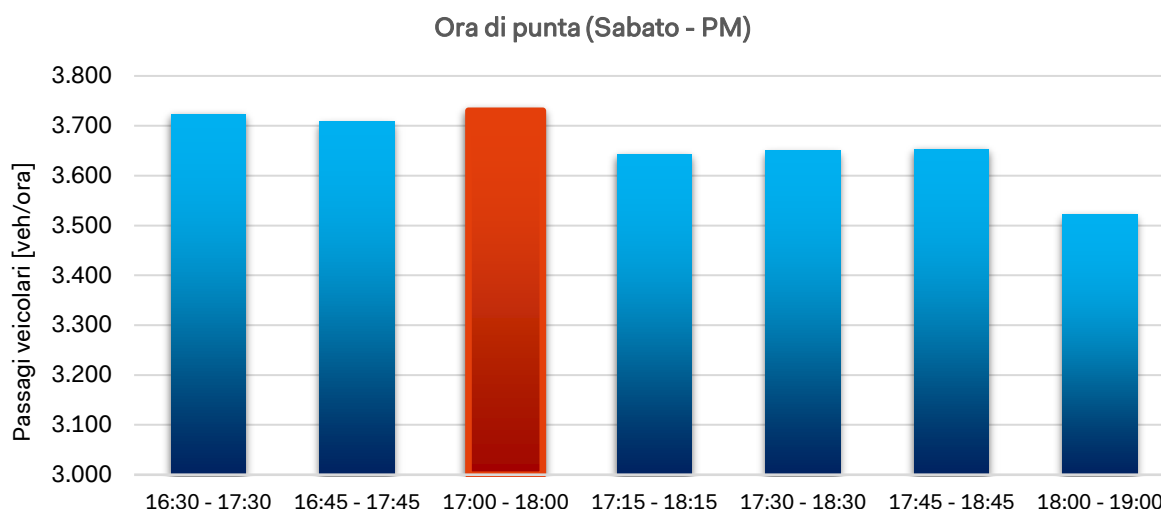


Figura 8.24: Andamento del traffico – Fascia di punta della sera

I conteggi veicolari manuali registrano una diminuzione media del 36% del traffico di rete nel periodo di punta del sabato rispetto al venerdì (Figura 8.25). In particolare, le manovre che hanno una relazione più diretta con la tangenziale registrano una diminuzione di circa il 30% nel sabato. Questi valori sono in linea con quanto registrato dai rilievi automatici effettuati in maniera continuativa per una settimana (paragrafo Rilievi automatici – Profilo settimanale).

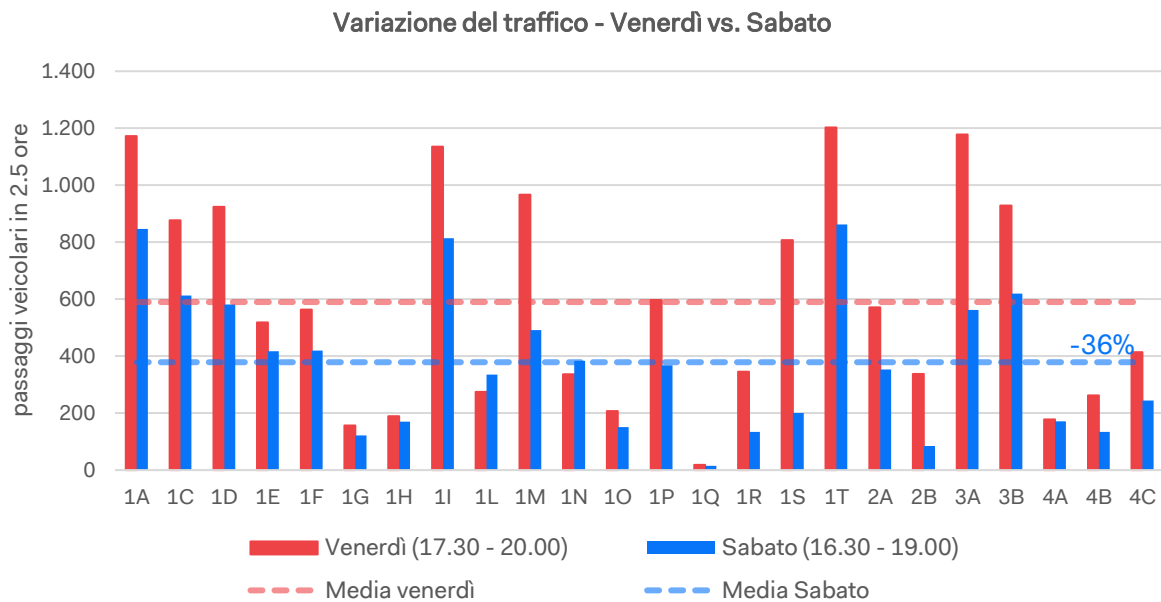


Figura 8.25: Variazione del traffico - venerdì vs. sabato

### 8.7.3 Scenario dello Stato di Fatto

#### Calibrazione

Tramite la campagna di indagini è stata stimata la matrice di domanda di traffico dello scenario attuale. L'assegnazione di questa matrice sulla rete stradale dà luogo a flussi di traffico che vengono successivamente confrontati con i flussi rilevati.

Per la calibrazione/validazione dei modelli sono stati considerati i coefficienti GEH e  $R^2$ . Questi sono indicatori statistici che indicano la robustezza del modello, ovvero quanto i risultati ottenuti dalla simulazione rispecchiano la realtà. In particolare, il GEH (formula di Geoffrey E. Havers) è una misura che si basa sulla formula:

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

Dove M: Valore simulato con il modello e C: Valore osservato nei conteggi.

Questo parametro indica una stima migliore tanto più il suo valore è prossimo allo zero. La letteratura di settore (in particolare il DMRB, Design Manual for Road and Bridges) indica come calibrato un modello in cui il coefficiente GEH abbia un valore minore di 5 per l'80% delle manovre e nessun valore con GEH superiore a 10. Nel caso questa condizione non sia rispettata, il modello deve essere rivisto modificando le assunzioni fatte in fase di costruzione. Il fattore  $R^2$  indica invece la dispersione delle coppie flusso simulato-flusso osservato rispetto alla media. Tanto più  $R^2$  si avvicina ad 1, tanto migliore è la stima.

Di seguito si riportano gli indicatori statistici della calibrazione, mentre in Figura 8.26 si riporta il diagramma di dispersione e la regressione lineare dei flussi rilevati vs. i flussi simulati.

- $\%GEH_{<5} = 92\%$  || Soglia minima = 80%
- $\%GEH_{<10} = 100\%$  || Soglia minima = 100%
- $GEH_{medio} = 1,4$

- $R^2 = 0.98$  || Soglia minima = 0,8

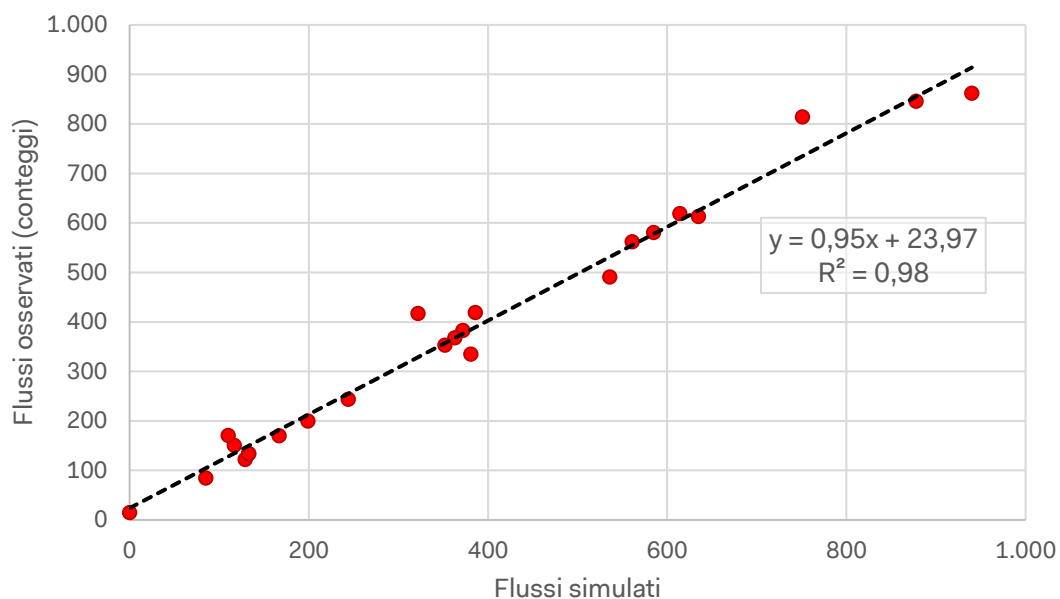


Figura 8.26: Diagramma di dispersione Flussi rilevati vs. Flussi simulati

### Risultanze modellistiche

Nella Figura seguente si presenta il flussogramma di assegnazione dello Stato di Fatto del sabato, e in Tabella 8.3 si riportano i parametri generali della rete.



Figura 8.27: Scenario Stato di Fatto (SdF) – Flussogramma di assegnazione.

| Scenario   | Ora<br>(HH:MM:SS) | N. di<br>veicoli<br>simulati | Tempo medio<br>di percorrenza<br>per veicolo<br>(sec) | Tempo<br>totale di<br>percorrenza<br>della rete<br>(veh X h) | Distanza<br>media<br>per<br>veicolo<br>(km) | Distanza<br>totale<br>percorsa<br>nella rete<br>(veh X km) | Velocità<br>media<br>cumulata<br>di rete<br>(kph) |
|------------|-------------------|------------------------------|---|--|---|--|---|
| Sabato SdF | 16:30 – 19:00     | 18,966                       | 140   | 739  | 2.93  | 55,609   | 75.2  |
|            | 17:00 - 18:00     | 7,847                        | 140   | 305  | 2.93  | 23,029   | 75.4  |

Tabella 8.3: Scenario Sabato Stato di Fatto (SdF): parametri generali di rete



#### 8.7.4 Stima della domanda indotta.

In questa sezione viene descritta la procedura utilizzata per la stima della domanda indotta del progetto nell'ora di punta del sabato (17:00 – 18:00).

##### Commercio

Il traffico attratto dalle funzioni commerciali comprende il principale componente della domanda indotta dal progetto nel giorno sabato. Essa viene calcolata secondo la normativa vigente in regione Lombardia per le grandi strutture di vendita. I parametri utilizzati sono riportati nelle seguenti Tabelle:

| Superficie di vendita<br>NON alimentare [mq] | Sabato comune<br>critico | Superficie di vendita<br>alimentare [mq] | Sabato comune<br>critico |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| 0 -5.000                                     | 0,18                     | 0 – 3.000                                | 0,3                      |
| 5.000 – 12.000                               | 0,14                     | 3.000 – 6.000                            | 0,17                     |
| > 12.000                                     | 0,06                     | > 6.000                                  | 0,05                     |

Tabella 8.4: Parametri di stima del traffico indotto della HdP del sabato

L'applicazione della norma porta alle seguenti risultanze in termini di indotto veicolare per l'ora di punta del sabato:

- Esselunga: 1.373 spostamenti in ingresso e 915 in uscita;
- Distretto commerciale: 2.350 in ingresso e 1.566 in uscita.

Tali valori tengono conto del fattore addizionale del 10% indicato in normativa per il calcolo delle strutture commerciali in forma unitaria e della ripartizione tra flussi in ingresso e flussi in uscita pari rispettivamente a 60% e 40%.

##### Arena

Adottando l'ipotesi che il sabato pomeriggio si possano considerare solamente eventi con una capienza massima pari a 12.000 spettatori, si stima che la domanda di traffico massima è pari sarà 3.067 veicoli equivalenti.

Il profilo di ingresso all'Arena è lo stesso dedotto dai conteggi al Forum di Assago nel 2017 (Figura 5.23), ma in questo specifico scenario si ipotizza che l'evento inizi alle 18:00 anziché alle 21:00, per avere la massima sovrapposizione tra gli utenti del commercio e quelli dell'Arena.

Nel modello sono stati, quindi, inseriti i seguenti numeri:

- 791 veicoli, pari a circa il 42% degli arrivi, nella mezzora tra le 16:30 e le 17:00 prima dell'ora di punta della rete e
- 1.088 veicoli, pari a circa il 58% degli arrivi, nell'intervallo orario tra le 17:00 e le 18:00, periodo in cui si registra l'ora di punta del traffico esistente del sabato.

### Ricettivo e funzioni compatibili

Il traffico indotto totale dalle funzioni compatibili e ricettive si ipotizza invariato rispetto all'ora di punta serale del venerdì.

### Residenze

La domanda di traffico indotta dalle funzioni residenziali nell'ora di punta del sabato si ipotizza pari al 25% di quella indotta nell'ora di punta del mattino di un giorno medio feriale, determinato tramite il foglio di calcolo messo a disposizione da AMAT.

### Sintesi della stima della domanda indotta del sabato.

In Tabella 8.5 si riporta la domanda di traffico indotta per l'ora di punta della sera del sabato considerando che lo spettacolo di Arena inizi alle ore 18:00.

|                      | TG totale    |              | Internal Capture |            | TG FINALE    |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|------------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Scenario Progetto    | PM IN        | PM OUT       | IN               | OUT        | IN           | OUT          | TOT          |
| Esselunga            | 1.373        | 915          | 24               | 16         | 1.349        | 900          | 2.248        |
| Centro Commerciale   | 2.350        | 1.566        | 42               | 27         | 2.308        | 1.540        | 3.848        |
| Arena                | 1.088        | 0            | 0                | 0          | 1.088        | 0            | 1.088        |
| Ricettivo            | 92           | 59           | 20               | 0          | 72           | 59           | 131          |
| Terziario            | 0            | 0            | 0                | 0          | 0            | 0            | 0            |
| Residenziale (Tot)   | 62           | 160          | 29               | 72         | 33           | 88           | 121          |
| Funzioni Compatibili | 80           | 119          | 1                | 2          | 79           | 117          | 196          |
| <b>TOT</b>           | <b>4.211</b> | <b>2.820</b> | <b>116</b>       | <b>116</b> | <b>4.929</b> | <b>1.318</b> | <b>6.247</b> |

Tabella 8.5: Ora di punta della sera del sabato: domanda di traffico indotta dalla realizzazione del PII

### 8.7.5 Scenario di Progetto

Si riportando di seguito le principali risultanze della simulazione dello scenario di progetto nel periodo di punta del sabato.



Figura 8.28: Scenario di progetto MSG sabato - Flussogramma di assegnazione.



Figura 8.29: Scenario di progetto MSG sabato – Flussogramma di assegnazione.

| Scenario   | Ora<br>(HH:MM:SS) | N. di<br>veicoli<br>simulati | Tempo<br>medio di<br>percorrenza<br>per veicolo<br>(sec) | Tempo<br>totale di<br>percorrenza<br>della rete<br>(veh X h) | Distanza<br>media<br>per<br>veicolo<br>(km) | Distanza<br>totale<br>percorsa<br>nella rete<br>(veh X km) | Velocità<br>media<br>cumulata di<br>rete (kph) |
|------------|-------------------|------------------------------|--|--|---|--|--|
| Sabato SdF | 16:30 – 19:0.0    | 18.966                       | 140  | 739  | 2,93  | 55.609   | 75,2   |
|            | 17:00 – 18:00     | 7.847                        | 140  | 305  | 2,93  | 23.029   | 75,4   |
| Sabato MSG | 16:30 – 19:0.0    | 31.955                       | 172  | 1.523  | 2,71  | 86.607   | 56,86  |
|            | 17:00 – 18:00     | 13.415                       | 178  | 665  | 2,70  | 36.218   | 54,50  |

|            |               |        |      |   |       |   |        |
|------------|---------------|--------|------|---|-------|---|--------|
| MSG vs SdF | 17:00 – 18:00 | +5.568 | +38  | - | -0,23 | - | -20,90 |
|            |               | +71%   | +27% | - | -8%   | - | -28%   |

Tabella 8.6: Scenario sabato MSG: Parametri generali di rete e confronto con SdF.

Dalla Tabella 8.6 emerge che a fronte di una crescita di domanda pari quasi al doppio di quella attuale, la velocità media della rete si mantiene valori sufficientemente alti, con una riduzione complessiva pari a circa il 28%.

Il modello di simulazione mostra nell'ora di punta, puntuali e temporanei fenomeni di accodamento e rallentamento dovuti all'aumento sostanziale della domanda veicolare, soprattutto in attestazione al

semaforo di via Mecenate per i veicoli provenienti dal centro città. Tale situazione è essenzialmente dovuta al fatto che, per ridurre i rischi di rigurgito sulle rampe della Tangenziale, si è cercato di favorire le manovre in attestazione da nord e da R1.

Si ritiene, comunque, che in ambito urbano, su una viabilità dove il traffico è platonato dagli impianti semaforici, la condizione sia sostenibile, considerata la concomitanza degli eventi di affluenza al distretto commerciale e all'Arena.

Infine, è da notare che la diminuzione di velocità è anche in gran misura dovuta al fatto che la rete infrastrutturale urbana dello scenario di progetto è notevolmente maggiore rispetto alla rete nello scenario attuale. Di conseguenza, nello Stato di fatto il traffico sulla autostrada è molto più influente sugli indicatori globali di rete, mentre nello scenario di progetto le strade con categorie funzionali inferiori hanno anche esse un peso importante (cfr. Figura 8.27 e Figura 8.29).



Figura 8.30: Scenario Sabato MSG: dettaglio flussogramma 17.00 - 18.00



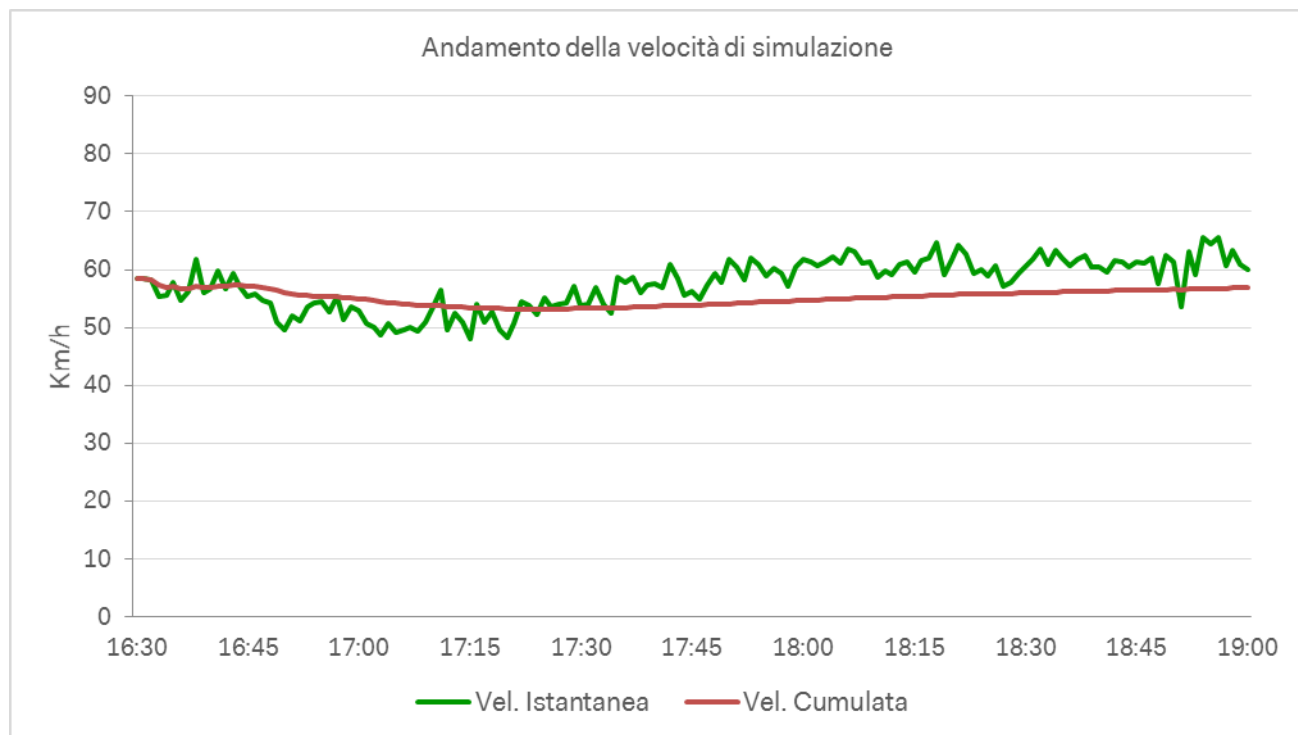


Figura 8.31: Scenario Sabato MSG – Andamento della velocità nel periodo di simulazione

## 9 Scenario Olimpico

Lo scenario Olimpico rappresenta uno scenario di realizzazione parziale del piano, in cui sia la domanda di mobilità indotta che l'offerta di infrastruttura stradale sono ridotte rispetto allo scenario finale di progetto. Lo scenario è stato testato sia tramite il modello di macro-simulazione statica che tramite il modello di microsimulazione dinamica.

Per quanto riguarda l'offerta infrastrutturale, non è prevista la realizzazione del Crescent e della viabilità a supporto dei due blocchi residenziali a nord del fronte lago. La linea tramviaria è prevista già in esercizio.

### 9.1 Domanda di Mobilità

Questo scenario comprende l'Arena in funzionamento e tutte le funzioni commerciali complete e le altre funzioni realizzate come da Tabella 9.1 allegata. Per testare e verificare le diverse soluzioni viabilistiche, si sono considerati 16.000 posti anche se l'affluenza durante gli eventi delle Olimpiadi 2026 sarà minore a causa della configurazione dell'Arena.

| Scenario Olimpico                    | SL (m2)        |
|--------------------------------------|----------------|
| Commerciale                          | 70.000         |
| Ricettivo                            | 25.000         |
| Terziario                            | 23.990         |
| Residenziale                         | 35.350         |
| Funzioni Compatibili                 | 2.399          |
| <b>TOTALE</b>                        | <b>156.739</b> |
| Arena (posti in ipotesi cautelativa) | 16.000         |

Tabella 9.1: Quadro delle consistenze urbanistiche comprese nello scenario Olimpico.

La domanda di traffico indotta da queste funzioni si riporta nella seguente Tabella.

|                      | TG totale    |              | Internal Capture |            | TG FINALE    |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|------------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Scenario Progetto    | PM IN        | PM OUT       | IN               | OUT        | IN           | OUT          | TOT          |
| Esselunga            | 931          | 620          | 16               | 23         | 914          | 597          | 931          |
| Centro Commerciale   | 1.624        | 1.082        | 28               | 41         | 1.595        | 1.041        | 1.624        |
| Arena                | 495          | 0            | 0                | 0          | 495          | 0            | 495          |
| Ricettivo            | 92           | 59           | 17               | 0          | 75           | 59           | 92           |
| Terziario            | 17           | 126          | 7                | 28         | 10           | 98           | 17           |
| Residenziale         | 99           | 47           | 48               | 23         | 51           | 24           | 99           |
| Funzioni Compatibili | 37           | 55           | 1                | 2          | 36           | 53           | 37           |
| <b>TOT</b>           | <b>3.294</b> | <b>1.990</b> | <b>117</b>       | <b>117</b> | <b>3.177</b> | <b>1.873</b> | <b>3.294</b> |

Tabella 9.2: Ora di punta della sera del venerdì: domanda di traffico indotta dalla realizzazione del PII nello scenario Olimpico

## 9.2 Risultanze modellistiche ad area vasta

Nel presente paragrafo si riportano le risultanze modellistiche ad area vasta effettuate per valutare la sostenibilità trasportistica dello Scenario Olimpico senza la realizzazione del Lotto II della Paullese. Il modello di macrosimulazione è stato interrogato per confrontare, a parità di domanda di traffico, le performances di rete con e senza il Lotto II della Paullese e valutare le ricadute viabilistiche sulla rete di riferimento nel caso di non realizzazione dell'infrastruttura in analisi.

Di seguito si riporta il flussogramma e la mappa di rapporto Volume/Capacità nello scenario Olimpico (17:30 alle 18:30) che prevede la realizzazione dell'infrastruttura in analisi.



Figura 9.1: Flussogramma scenario Olimpico PM



Figura 9.2: Rapporto volume/capacità scenario Olimpico

In analogia a quanto sopra, si riportano le risultanza modellistiche dello scenario Olimpico che non prevede la realizzazione della Paulllese, in termini di flussogrammi e mappa del rapporto Volume/Capacità. Come

mostrano le immagini seguenti, lo scenario simulativo senza la Paullese non comporta sostanziali cambiamenti in termini di Volume/Capacità.



Figura 9.3: Flussogramma scenario Olimpico senza Paullese PM





Figura 9.4: Rapporto volume/capacità scenario Olimpico senza Pallese PM

Nella Tabella 9.3 che segue vengono riportati gli indicatori trasportistici riferiti ai due scenari simulati, unitamente al confronto in termini assoluti e percentuali.

| Ora di punta PM       | Veicoli tot. | veh*km  | veh*h  | km/veh | min/veh | Velocità media |
|-----------------------|--------------|---------|--------|--------|---------|----------------|
| MSG Olimpico          | 42.541       | 179.234 | 3.527  | 4,2    | 5,0     | 50,8           |
| MSG No Pau Olimpico   | 42.319       | 178.465 | 3.507  | 4,2    | 5,0     | 50,9           |
| MSG O vs MSG O No Pau | -222         | -769    | -21    | 0      | 0       | 0              |
| MSG O vs MSG O No Pau | -0,52%       | -0,43%  | -0,59% | 0,09%  | -0,07%  | 0,15%          |

Tabella 9.3: Scenari di simulazione Olimpico PM: parametri generali di prestazione della rete per ogni scenario e confronti

La Tabella mostra che l'implementazione o meno della Paullese comporta delle variazioni prestazionali del tutto trascurabili, ricadendo nell'ordine dell'unità percentuale.

## 9.3 Risultanze modellistiche a scala locale

### 9.3.1 Scenario Olimpico Arena IN.



Figura 9.5: Scenario Olimpico Arena IN: flussogramma di assegnazione 17.30 - 18.30

| Scenario             | Ora<br>(HH:MM:SS) | N. di<br>veicoli<br>simulati | Tempo<br>medio di<br>percorrenza<br>per veicolo<br>(sec) | Tempo<br>totale di<br>percorrenza<br>della rete<br>(veh X h) | Distanza<br>media<br>per<br>veicolo<br>(km) | Distanza<br>totale<br>percorsa<br>nella rete<br>(veh X km) | Velocità<br>media<br>cumulata<br>di rete<br>(kph) |
|----------------------|-------------------|------------------------------|--|--|---|--|---|
| Olimpico<br>Arena IN | 17:30 - 20:00     | 43.702                       | 173,58   | 2.107  | 2,78  | 121.352  | 57,59   |
|                      | 17:30 - 18:30     | 19.361                       | 175,40   | 943  | 2,81  | 54.352   | 57,62   |
| MSG<br>Arena IN      | 17:30 - 20:00     | 44.280                       | 166,34   | 2.046  | 2,74  | 121.280  | 59,28   |
|                      | 17:30 - 18:30     | 19.604                       | 167,83   | 914  | 2,77  | 54.317   | 59,43   |

|                                   |               |      |    |     |    |     |     |
|-----------------------------------|---------------|------|----|-----|----|-----|-----|
| Olimpico IN<br>Vs<br>MSG Arena IN | 17:30 - 18:30 | -243 | +8 | +29 | 0  | +35 | -2  |
|                                   |               | -1%  | 5% | 3%  | 0% | 0%  | -3% |

Tabella 9.4: Scenario Olimpico Arena IN: Parametri generali di rete e confronto.

### 9.3.2 Scenario Olimpico Arena OUT

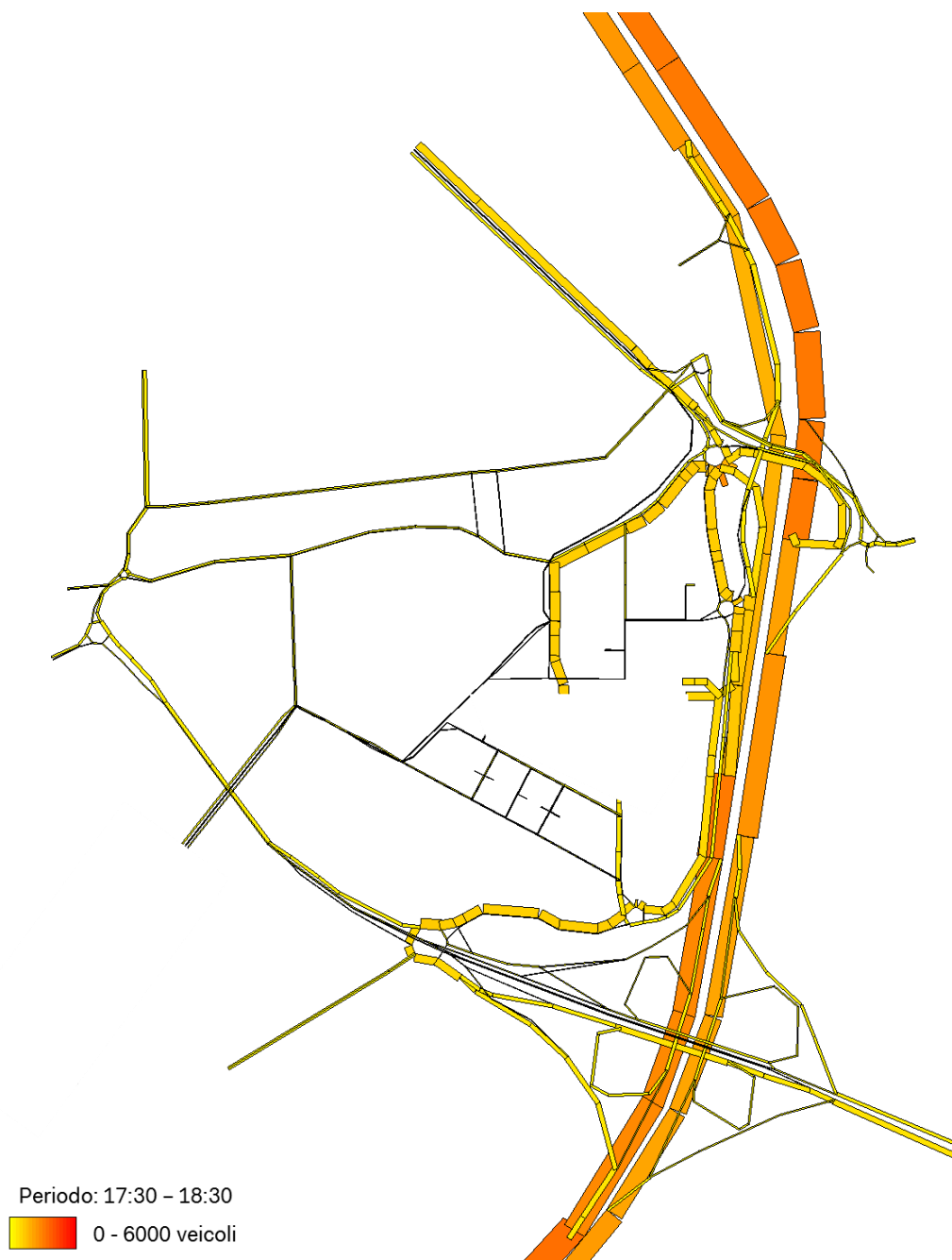


Figura 9.6. Scenario Olimpico Arena OUT: flussogramma di assegnazione 22.30 - 23.30

| Scenario              | Ora<br>(HH:MM:SS) | N. di<br>veicoli<br>simulati | Tempo<br>medio di<br>percorrenza<br>per veicolo<br>(sec) | Tempo<br>totale di<br>percorrenza<br>della rete<br>(veh X h) | Distanza<br>media<br>per<br>veicolo<br>(km) | Distanza<br>totale<br>percorsa<br>nella rete<br>(veh X km) | Velocità<br>media<br>cumulata<br>di rete<br>(kph) |
|-----------------------|-------------------|------------------------------|--|--|---|--|---|
| Olimpico<br>Arena OUT | 22:00 - 00:30     | 20.187                       | 182,55   | 1.024  | 2,98  | 60.278   | 58,88   |
|                       | 22:30 - 23:30     | 9.633                        | 223,43   | 598  | 2,93  | 28.214   | 47,19   |
| Arena OUT             | 22:00 - 00:30     | 20.693                       | 181,52   | 1.043  | 2,96  | 61.204   | 58,66   |
|                       | 22:30 - 23:30     | 9.885                        | 221,42   | 608  | 2,90  | 28.680   | 47,17   |

|                                     |               |      |    |     |    |      |    |
|-------------------------------------|---------------|------|----|-----|----|------|----|
| Olimpico OUT<br>Vs<br>MSG Arena OUT | 22:30 - 23:30 | -506 | 1  | -20 | 0  | -926 | 0  |
|                                     |               | -5%  | 0% | -3% | 0% | -3%  | 0% |

Tabella 9.5. Scenario Olimpico Arena OUT: Parametri generali di rete e confronto.

Entrambi gli scenari olimpici evidenziano parametri di rete del tutto confrontabili con quelli registrati negli scenari di progetto. Negli scenari olimpici si ottimizzano le intersezioni semaforizzate che non sono più intercettate dal *Crescent*.



## 10 Approfondimenti analitici – simulazioni statiche dei nodi

### 10.1 Premessa

L'ultima verifica sulla viabilità è stata eseguita tramite analisi statiche del Livello di Servizio (LOS) delle intersezioni a rotatoria presenti nell'ambito di progetto e di due intersezioni sulla Paullese esterne all'area simulata con il modello di macroscale.

Le verifiche statiche sono state effettuate con il software SIDRA Intersection® (Signalized & unsignalized Intersection Design and Research Aid) che permette di valutare e confrontare i livelli di servizio delle intersezioni semaforizzate, a rotatoria e a semplice precedenza partendo da un algoritmo che tiene in considerazione quanto definito nel Highway Capacity Manual (HCM2010). SIDRA® utilizza modelli analitici del traffico uniti ad un metodo iterativo di approssimazione per fornire le stime della capacità e le statistiche sulle prestazioni delle intersezioni e, in presenza di semaforo, l'ottimizzazione dei parametri di regolazione.

Con il termine LOS di un generico tratto di strada si intende la misura delle condizioni operative della strada stessa e del funzionamento dell'insieme strada-veicolo, così come viene percepito dall'utente; rappresenta pertanto un indice che misura le condizioni di deflusso. Per una intersezione viene calcolato in termini di ritardo medio per veicolo ponderato per l'intera intersezione.

Il LOS di un'intersezione semaforizzata è espresso in termini di ritardo medio per veicolo (in secondi) durante un periodo di tempo specificato (ad esempio l'ora di punta di un giorno medio feriale) e quantifica l'aumento del tempo di viaggio che un veicolo subisce a causa della presenza dell'intersezione stessa e fornisce una misura indicativa del disagio del conducente e del consumo di carburante.

Il ritardo medio è una misura complessa basata su molte variabili, tra cui la saturazione e la coordinazione del semaforo (cioè la progressione dei movimenti attraverso l'intersezione e lungo il corridoio di coordinazione), la lunghezza del ciclo del semaforo e i volumi di traffico in relazione alla capacità di intersezione e alle code risultanti.

La Tabella sottostante mostra la scala del LOS per le intersezioni semaforizzate e per quelle gestite a precedenza o rotatoria secondo la scala fornita dal manuale americano Highway Capacity Manual (HCM 2010).

| LOS | Ritardo medio (delay "d") in secondi per intersezione semaforizzata | Ritardo medio (delay "d") in secondi per intersezione a semplice precedenza o rotatoria |
|-----|---|---|
| A   | $d \geq 10$   | $d \geq 10$   |
| B   | $10 < d \leq 20$  | $10 < d \leq 15$  |
| C   | $20 < d \leq 35$  | $15 < d \leq 25$  |
| D   | $35 < d \leq 55$  | $25 < d \leq 35$  |
| E   | $55 < d \leq 80$  | $35 < d \leq 50$  |
| F   | $d \geq 80$   | $d \geq 50$   |

Tabella 10.1: LOS intersezioni (HCM 2010).

Le immagini seguenti riportano la localizzazione delle rotatorie di progetto e delle due intersezioni semaforizzate analizzate con il software SIDRA Intersections®.

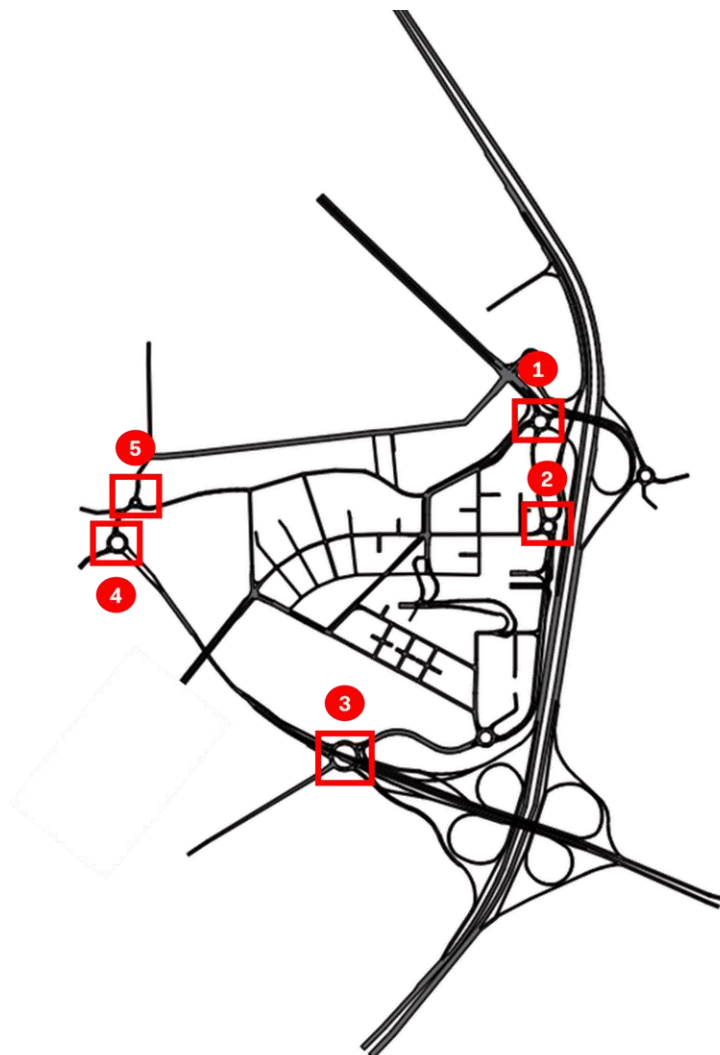


Figura 10.1: Key-Plan - Rotatorie di Progetto dell'area di Progetto



Figura 10.2: Key-Plan - Nodi semaforizzati Pallese

## 10.2 Verifiche di capacità statica delle rotatorie di progetto

All'interno dell'area di progetto sono state valutate e verificate le principali intersezioni a rotatoria di connessione tra la rete esterna, esistente e in progetto, e la rete interna al Masterplan.

I volumi veicolari orari sono quelli ricavati dal modello di microsimulazione dinamica nello scenario di progetto Arena IN. Tutte le cinque rotatorie di progetto sono state analizzate nell'ora di punta della rete (17:30 – 18:30).

Come ulteriore approfondimento dell'indagine, le sole rotatorie R1 ed R2 sono state verificate anche nell'ora di punta di Arena (19:00 – 20:00) in maniera tale da avere un riscontro esaustivo e completo del loro funzionamento anche nei momenti di massimo carico dovuti all'arrivo concentrato dei veicoli in ingresso ad Arena.

Inoltre la rotatoria R3 è stata verificata anche nello scenario AM per offrire un'analisi di dettaglio alle risultanze emerse ad area vasta in corrispondenza di tale nodo. Si rileva che analizzando nel dettaglio l'intersezione si rileva che appare ben dimensionata ad accogliere la domanda attesa nell'ora di punta del mattino.

Dal momento che le verifiche di capacità sulle singole intersezioni sono fatte a valle di uno studio di sostenibilità trasportistica dell'intera rete viaria di progetto che ha previsto l'implementazione di modelli di simulazione del traffico a diverse scale (macro e micro), si è scelto di effettuare le analisi di dettaglio nel solo scenario di progetto ritenuto più significativo.

Le seguenti immagini riportano le risultanze delle verifiche statiche effettuate con il software SIDRA Intersections®. Le stesse sono riportate in formato più grande in Allegato 6.

Rotatoria 1

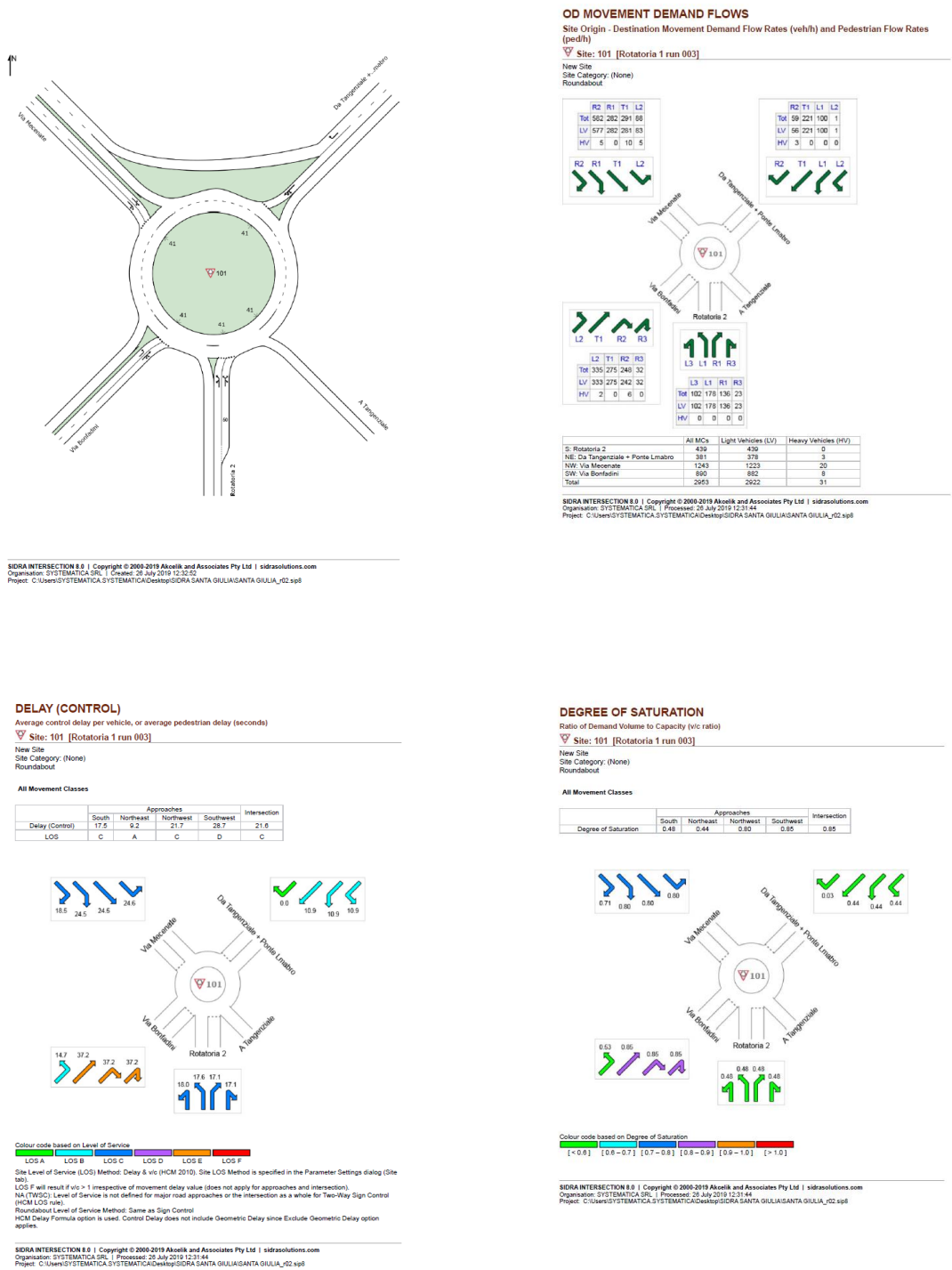
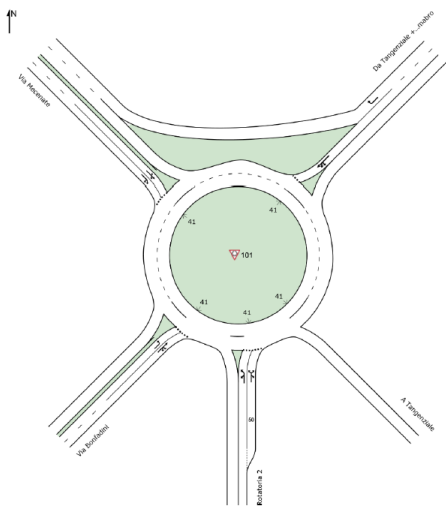


Figura 10.3: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 1- HdP rete

Rotatoria 1 -Arena



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 20 July 2019 12:35:52  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_R02.spl

DELAY (CONTROL)

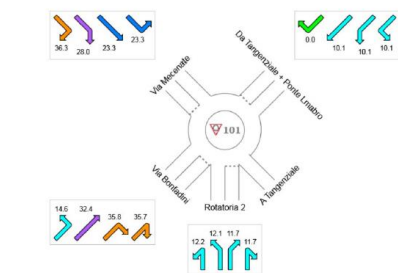
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Rotatoria 1 run 003 - Arena]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout

All Movement Classes

|                 | Approaches |           |           |           | Intersection |
|-----------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Delay (Control) | South      | Northeast | Northwest | Southwest |              |
| LOS             | B          | A         | D         | D         | C            |



Colour code based on Level of Service



Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).  
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).  
NA(TW3C): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).  
Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.  
HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

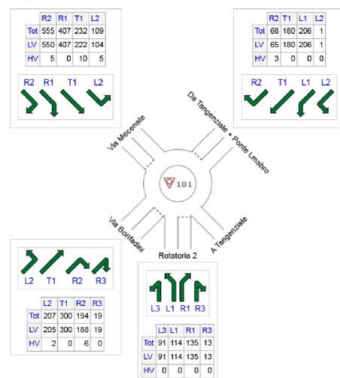
SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 20 July 2019 12:35:54  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_R02.spl

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [Rotatoria 1 run 003 - Arena]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout



|                                   | All MCs | Light Vehicles (LV) | Heavy Vehicles (HV) |
|-----------------------------------|---------|---------------------|---------------------|
| S: Rotatoria 2                    | 353     | 353                 | 0                   |
| NE: Da Tangemiale + Ponte Linateo | 455     | 452                 | 3                   |
| NW: Via Mecenate                  | 1303    | 1283                | 20                  |
| SW: Via Bonfadini                 | 720     | 712                 | 8                   |
| Total                             | 2831    | 2800                | 31                  |

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 20 July 2019 12:35:54  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_R02.spl

DEGREE OF SATURATION

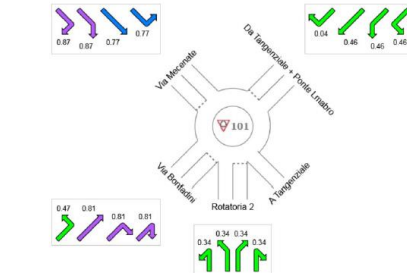
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Rotatoria 1 run 003 - Arena]

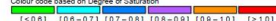
New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout

All Movement Classes

|                      | Approaches |           |           |           | Intersection |
|----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Degree of Saturation | South      | Northeast | Northwest | Southwest |              |
|                      | 0.34       | 0.46      | 0.87      | 0.81      | 0.87         |



Colour code based on Degree of Saturation



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 20 July 2019 12:35:54  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_R02.spl

Figura 10.4: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 1- HdP Arena



## Rotatoria 2

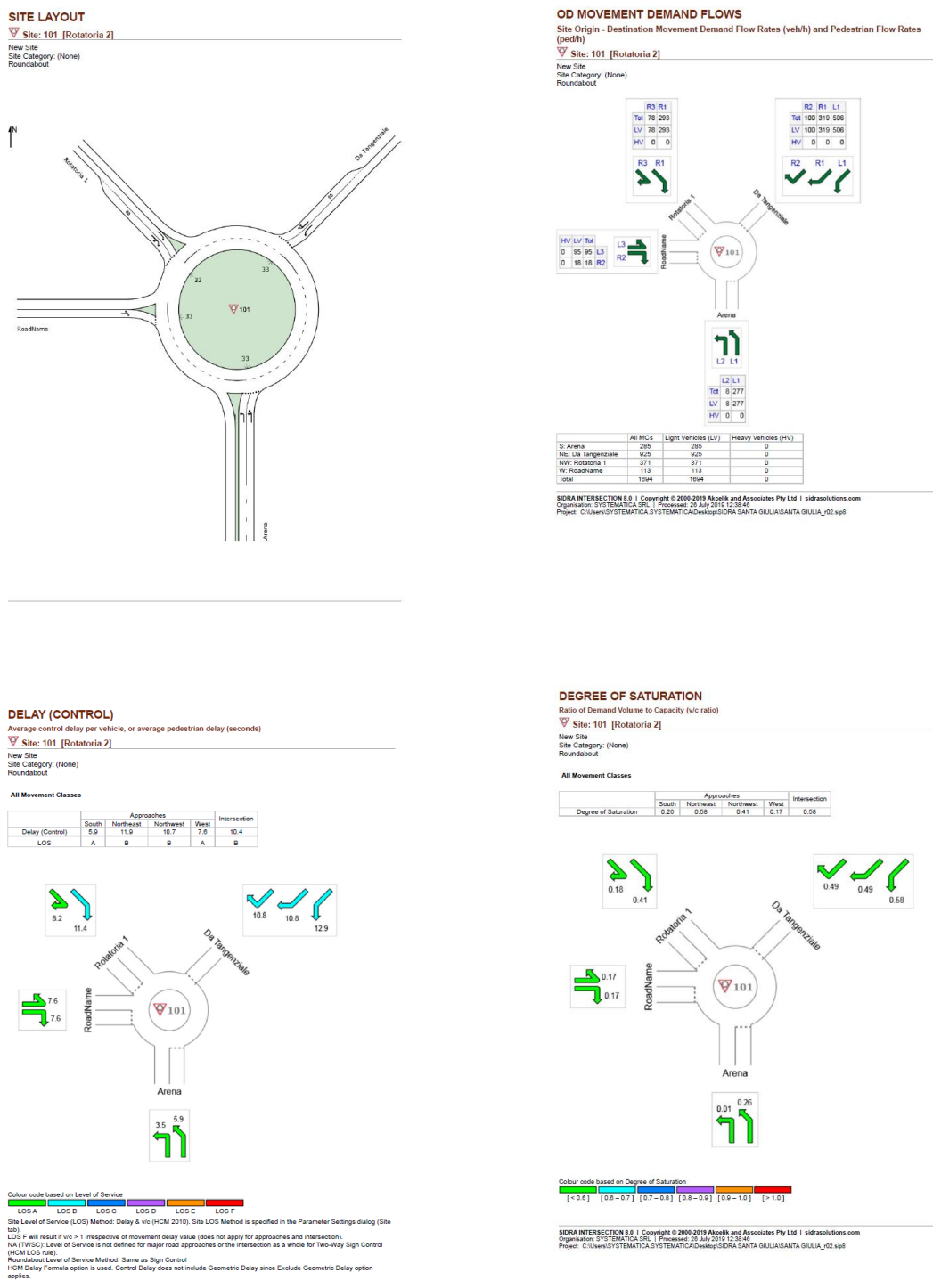


Figura 10.5: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 2- HdP rete



## Rotatoria 2- HdP Arena

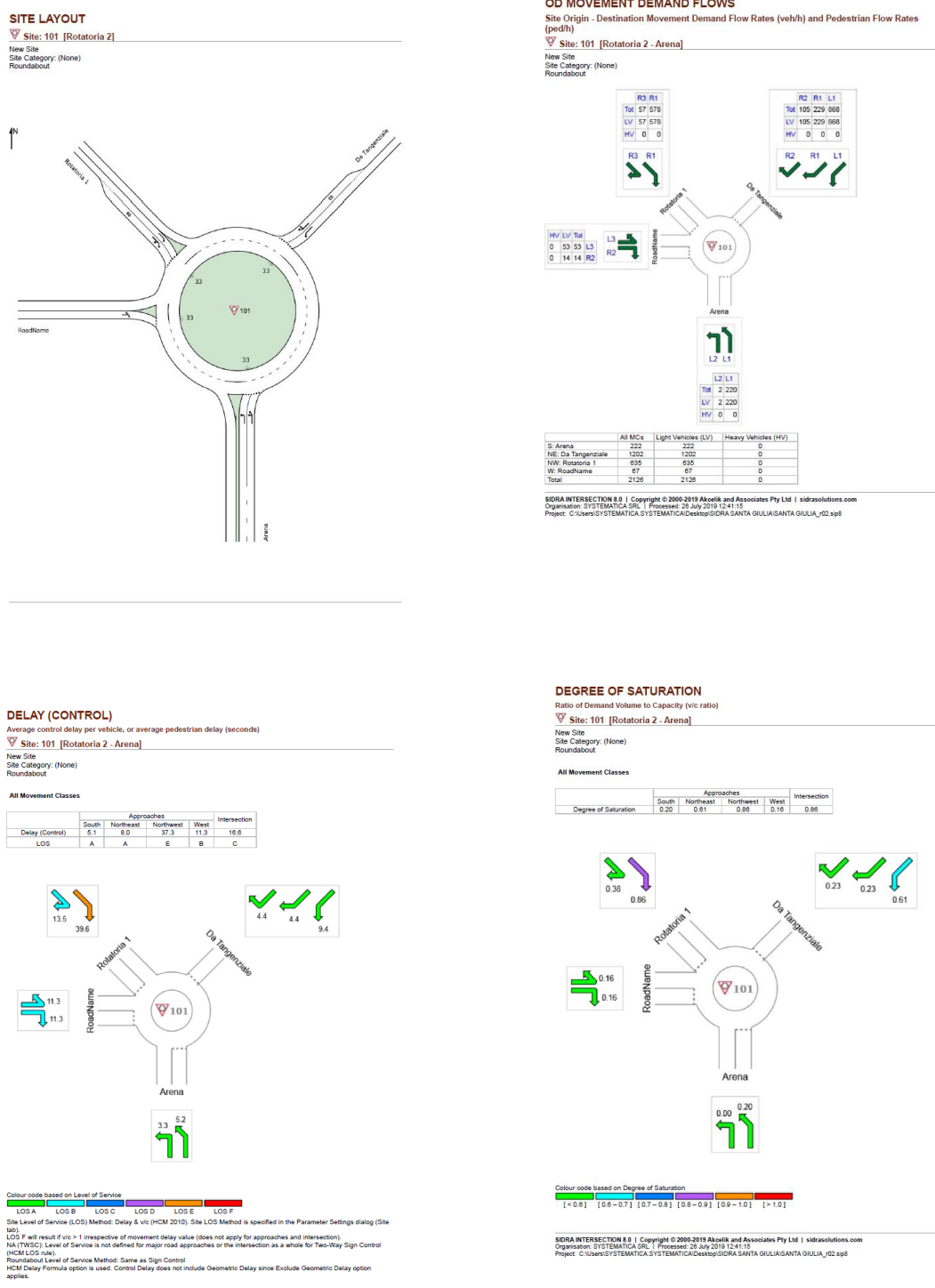


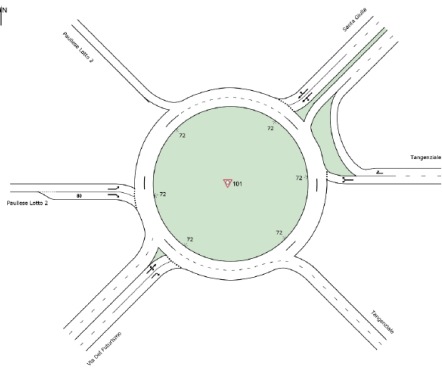
Figura 10.6: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 2- HdP Arena

Rotatoria 3

SITE LAYOUT

Site: 101 [Rotatoria 3]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout



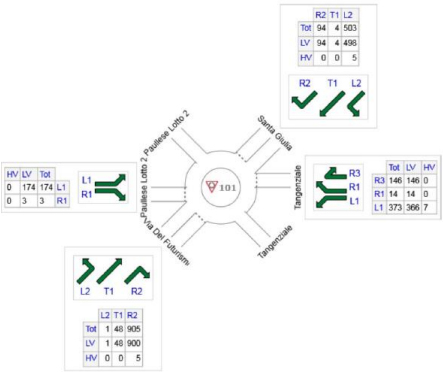
SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Abotik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 25 July 2019 12:46:44  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sp8

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [Rotatoria 3]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout



|                      | All MCs | Light Vehicles (LV) | Heavy Vehicles (HV) |
|----------------------|---------|---------------------|---------------------|
| E Tangenziale        | 633     | 536                 | 7                   |
| NE Santa Giulia      | 601     | 566                 | 5                   |
| W Paullese Lotto 2   | 177     | 177                 | 0                   |
| SR Via Del Futurismo | 654     | 566                 | 5                   |
| Total                | 2265    | 2248                | 17                  |

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Abotik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 25 July 2019 12:46:13  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sp8

DELAY (CONTROL)

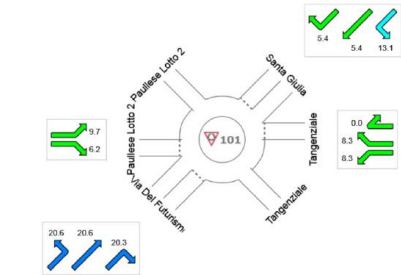
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Rotatoria 3]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout

All Movement Classes

|                 | Approaches |           |      |           | Intersection |
|-----------------|------------|-----------|------|-----------|--------------|
| Delay (Control) | East       | Northeast | West | Southwest | Intersection |
| LOS             | A          | B         | A    | C         | B            |



Colour code based on Level of Service  
LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F  
Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).  
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).  
NATWSC: Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).  
Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.  
HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Abotik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 25 July 2019 12:46:13  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sp8

DEGREE OF SATURATION

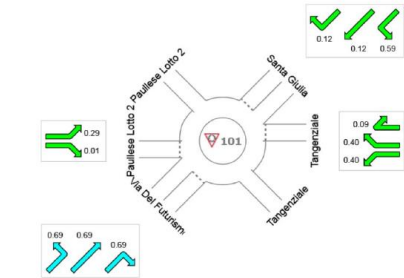
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Rotatoria 3]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout

All Movement Classes

|                      | Approaches |           |      |           | Intersection |
|----------------------|------------|-----------|------|-----------|--------------|
| Degree of Saturation | East       | Northeast | West | Southwest | Intersection |
|                      | 0.40       | 0.59      | 0.29 | 0.69      | 0.69         |

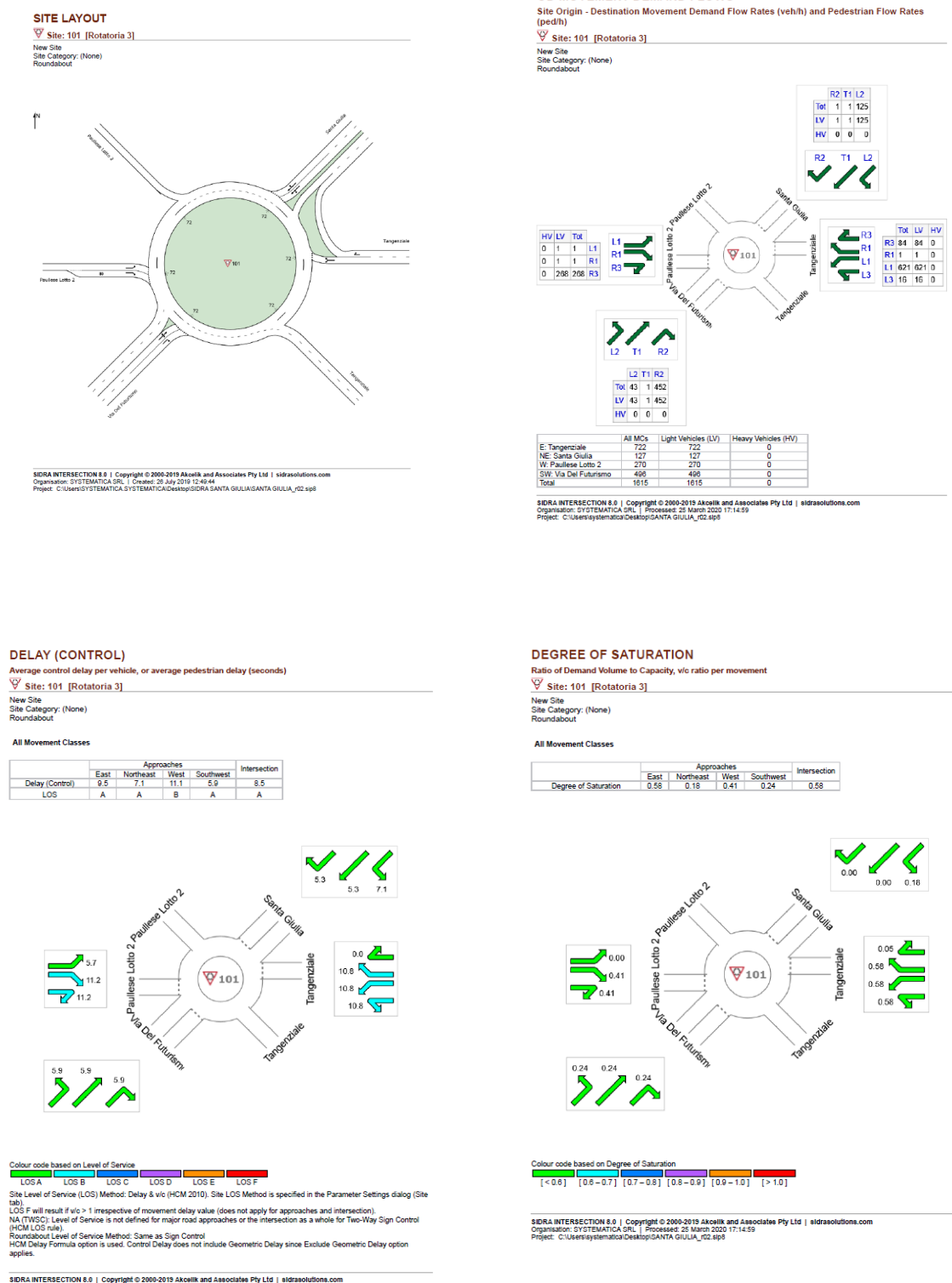


Colour code based on Degree of Saturation  
[< 0.8] [0.8 - 0.7] [0.7 - 0.8] [0.8 - 0.9] [0.9 - 1.0] [> 1.0]

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Abotik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 25 July 2019 12:46:13  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sp8

Figura 10.7: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 3- HdP rete

### Rotatoria 3

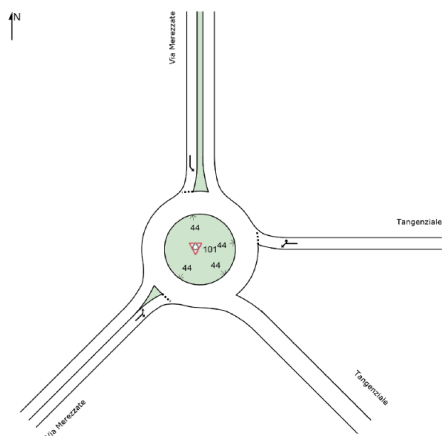


## Rotatoria 4

## SITE LAYOUT

Site: 101 [Rotatoria 4]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout



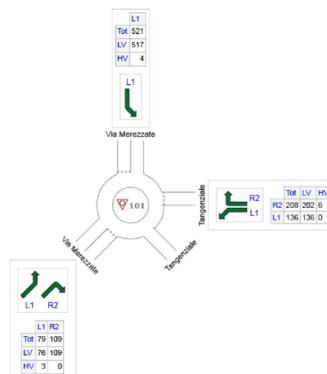
SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 26 July 2019 12:51:34  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sip8

### OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

▼ Site: 101 [Rotatoria 4]

New Site  
Site Category: (None)  
Roundabout



|                   | All MCs | Light Vehicles (LV) | Heavy Vehicles (HV) |
|-------------------|---------|---------------------|---------------------|
| E: Tangenziale    | 344     | 338                 | 0                   |
| N: Via Merezzate  | 521     | 517                 | 4                   |
| SW: Via Merezzate | 188     | 185                 | 3                   |
| Total             | 1053    | 1040                | 13                  |

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 26 July 2019 12:51:15  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sio

DELAY (CONTROL)

Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

▼ Site: 101 [Rotatoria 4]

New Site  
Site Category: (None)

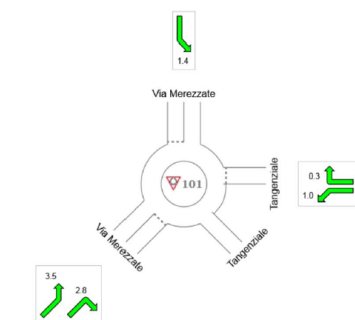
### Roundabout

### All Movement Classes

### All Movement Classes

### All Movement Classes

|                 | Approaches |       |           | Intersection |
|-----------------|------------|-------|-----------|--------------|
|                 | East       | North | Southwest |              |
| Delay (Control) | 0.6        | 1.4   | 3.1       | 1.4          |
| LOS             | A          | A     | A         | A            |



Colour code based on Level of Service

Diagram illustrating the components of the LOSA-LOSE system architecture:

- LOSA
- LOSB
- LOSC
- LOSD
- LOSE
- LOSE

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site

LOS F will result if  $v/c > 1$  irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).

NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).

Roundabout Level of Service Method: SIDRA Roundabout LOS  
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

Control (Standard Delay) model is used; Control Delay includes Standard Delay.

## DEGREE OF SATURATION

Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Rotatoria 4]

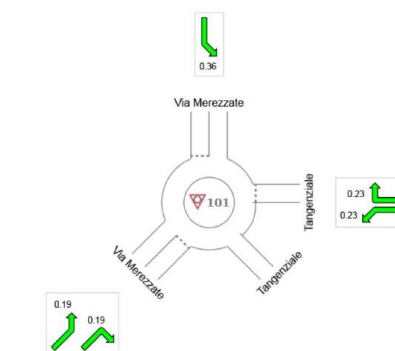
New Site  
Site Category: (None)

Site Category: (Non) Roundabout

All Movement Class

All Movement Class

|                      | Approaches |       |           | Intersection |
|----------------------|------------|-------|-----------|--------------|
|                      | East       | North | Southwest |              |
| Degree of Saturation | 0.22       | 0.36  | 0.19      | 0.36         |



Colour code based on Degree of Saturation

Colour code based on degree of saturation

1 < 0.61    0.6 - 0.71    0.7 - 0.81    0.8 - 0.91    0.9 - 1.01    1 > 1.01

[<0.6] [0.6-0.7] [0.7-0.8] [0.8-0.9] [0.9-1.0] [≥1.0]

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com.au

Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA\_r02.sip8

Figura 10.9: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 4- HdP rete

Rotatoria 5

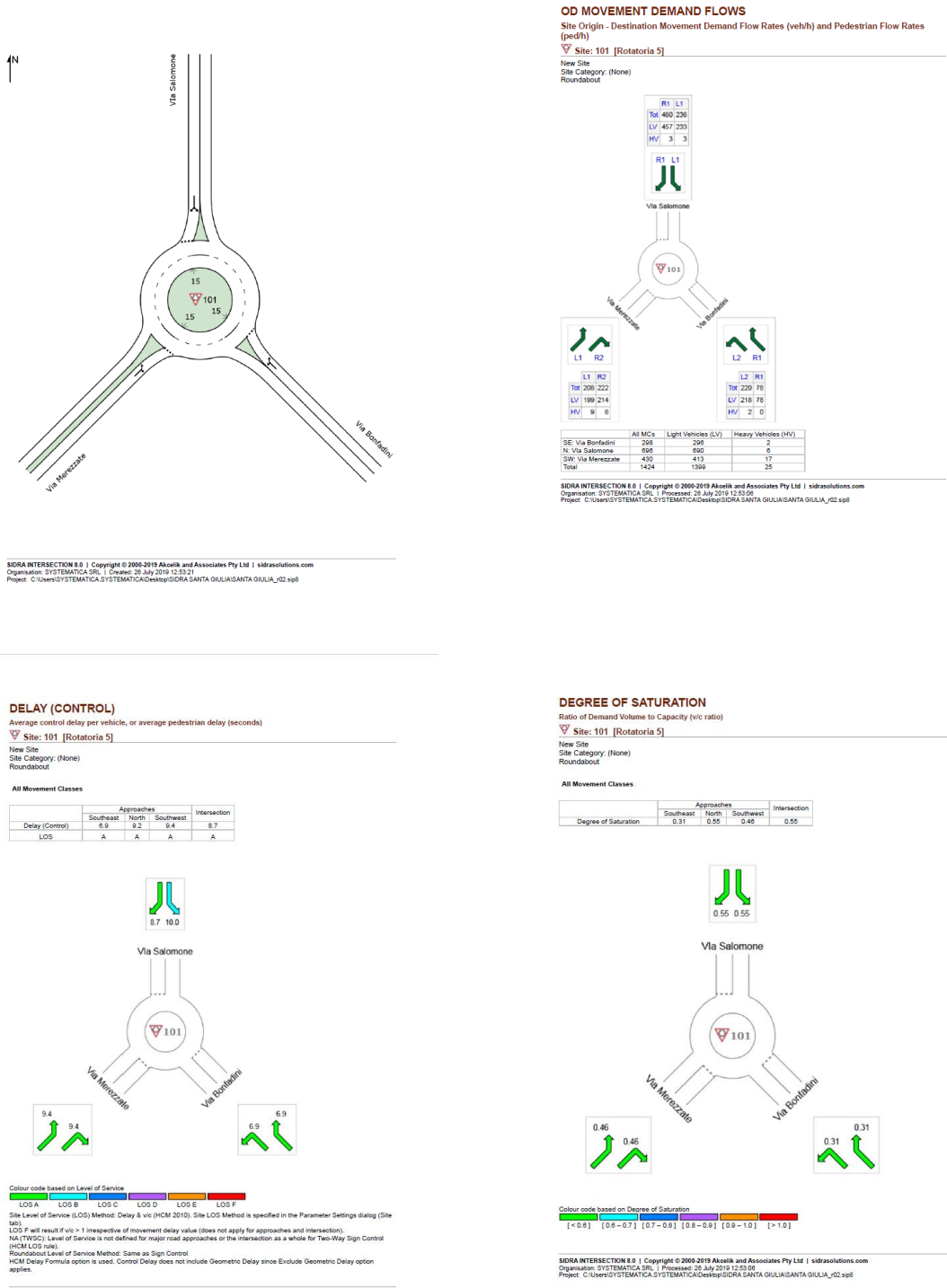


Figura 10.10: Risultanze della verifica statica della Rotatoria 5- HdP rete

### 10.3 Verifiche di capacità statica delle intersezioni sulla Paullese (San Donato)

In risposta alle osservazioni pervenute dagli Enti Competenti, si è effettuato un approfondimento analitico della funzionalità trasportistica di alcuni nodi viari esterni alla rete analizzata con i modelli di traffico.

In particolare, Regione Lombardia ha richiesto l'analisi dei due nodi semaforizzati lungo la strada Paullese in corrispondenza delle intersezioni con le vie Angelo Moro e Gela nel comune di San Donato Milanese. Essendo tali intersezioni esterne all'area finora oggetto di studio, si è resa necessaria la raccolta di dati di traffico tramite specifica campagna di indagine che è stata realizzata nella prima settimana di giugno 2019, a scuole ancora aperte. Il dettaglio della campagna di indagine veicolare è riportato in allegato alla presente relazione.

I piani semaforici delle due intersezioni sono stati ricostruiti attraverso videoriprese effettuate durante la campagna di indagine.

A differenza di quanto fatto per le rotatorie di progetto, le analisi statiche di capacità si sono effettuate per i seguenti tre scenari, nelle ore di picco della mattina e della sera:

- Scenario Stato di Fatto;
- Scenario di Riferimento;
- Scenario di Progetto.

Per quanto riguarda i flussi veicolari orari utilizzati per le verifiche, gli scenari hanno previsto l'inserimento dei seguenti dati di input.

- Scenario Stato di Fatto: dati di input pari ai volumi veicolari registrati durante la campagna di indagine.
- Scenario di Riferimento: i volumi orari dello Stato di Fatto sono stati incrementati percentualmente secondo coefficienti medi dedotti dall'interrogazione dei modelli di macro scala.
- Scenario di Progetto: ai volumi orari dello Scenario di Riferimento si sono aggiunti i veicoli dell'indotto del Masterplan Montecity – Rogoredo.

Per quanto riguarda l'incremento dei flussi orari considerato nel passaggio dallo Scenario dello Stato di Fatto allo Scenario di Riferimento, si è interrogato sia il modello a macroscala dell'ambito urbano di riferimento sia il modello dell'intera area metropolitana di Milano.

Tale accorgimento si è reso necessario perché la strada Paullese rappresenta, nel modello di macro di subarea AMAT utilizzato per le verifiche simulate dei diversi scenari, una zona cordonale che non può essere presa a riferimento per specifiche valutazioni su singoli archi. Si è deciso, quindi, di procedere utilizzando un fattore mediato sui seguenti valori:

- incremento medio percentuale della domanda oraria sull'intera rete nel modello del quadrante urbano di riferimento;
- incremento medio percentuale della domanda oraria sulla strada Paullese nel modello dell'area metropolitana di Milano.

I valori utilizzati per le verifiche statiche sono riportati nella Tabella 10.2 a seguire.



| HdP | Incremento dei flussi orari utilizzato per le verifiche statiche alle intersezioni |
|-----|--|
| AM  | +4%  |
| PM  | +6%  |

Tabella 10.2: Aumenti percentuali dei volumi orari nel passaggio tra Stato di Fatto e Riferimento

Gli incrementi percentuali sono stati applicati a tutte le manovre rilevate durante la campagna di indagine. Invece, come riportato nella Tabella a seguire, nello Scenario di Progetto si è aggiunta la quota di veicoli connessi alla realizzazione del PII Montecity – Rogoredo ed estrapolati dal macromodello del quadrante urbano di riferimento, per le sole direttrici da e per Milano in entrambe le finestre orarie di analisi.

| HdP AM       | Incremento (veh/ora) |
|--------------|----------------------|
| Da Milano    | +42                  |
| Verso Milano | +139                 |
| HdP PM       | Incremento (veh/ora) |
| Da Milano    | +263                 |
| Verso Milano | +222                 |

Tabella 10.3: Flussi veicolari aggiuntivi considerati nello Scenario di Progetto

Nelle pagine seguenti si riportano le principali risultanze delle verifiche statiche nei diversi scenari, nelle due ore di punta analizzate.

Per quanto riguarda le analisi dello Scenario di Progetto si sono effettuate le verifiche con due diverse configurazioni dell'impianto semaforico. In prima istanza, si sono verificate le intersezioni con le fasi semaforiche attuali e, alla luce delle risultanze, si è interrogato il software per cercato di ottimizzare il ciclo semaforico. Per garantire Livelli di Servizio paragonabili a quelli ottenuti nello Scenario di Riferimento, ed evitare così il peggioramento delle performances globali delle intersezioni, il software ha individuato, per entrambe le intersezioni, un ciclo semaforico di 120 secondi.

La rifasatura e ottimizzazione dei tempi semaforici ha permesso, quindi, di ridurre le criticità riscontrate già negli scenari di riferimento. Nonostante, l'aumento dell'indotto veicolare conseguente alla realizzazione del Masterplan Montecity-Rogoredo, in entrambe le finestre di picco i LOS di progetto, migliorano rispetto a quelli dello scenario di riferimento, attestandosi su valori del tutto analoghi a quelli della situazione attuale.





Figura 10.13: Risultanze della verifica statica della Postazione 1 – HdP PM – Stato di Fatto







## Postazione 2 AM Scenario di Riferimento

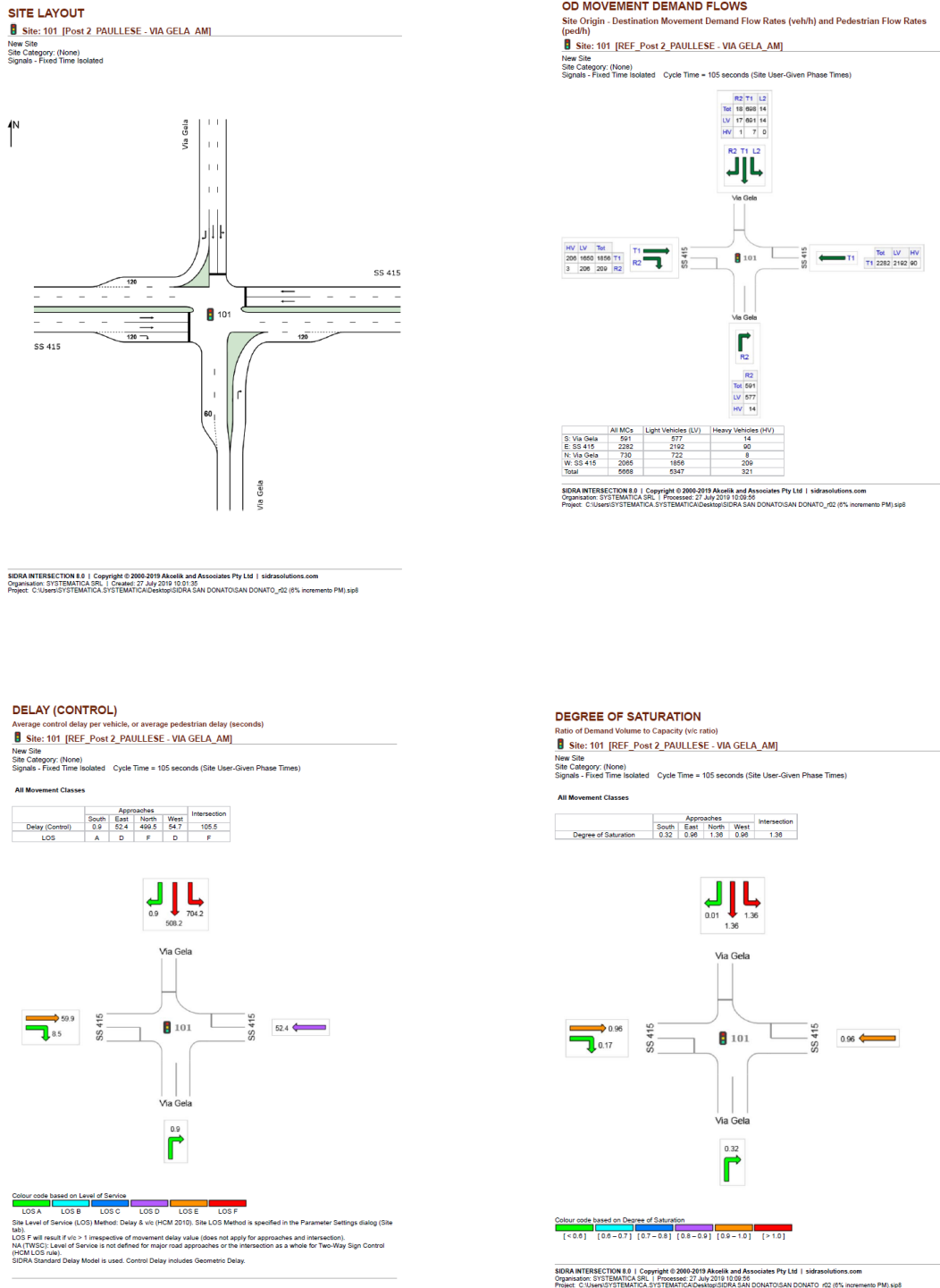
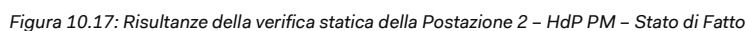


Figura 10.16: Risultanze della verifica statica della Postazione 2 – HdP AM – Scenario di Riferimento

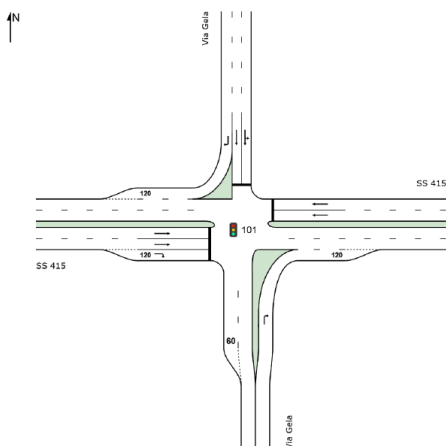


### Postazione 2 PM Scenario di Riferimento

## SITE LAYOUT

Site: 101 [Post 2 PAULLESE - VIA GELA AM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated



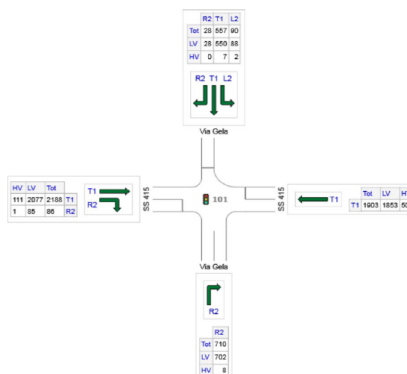
SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 27 July 2019 10:01:35  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_r02 (6% incremento PM).sid8

## OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

#### Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates

Site: 101 [REF Post 2 PAULLESE - VIA GELA PM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated Cycle Time = 105 seconds (Site User-Given Phase Times)



|             | All MCs | Light Vehicles (LV) | Heavy Vehicles (HV) |
|-------------|---------|---------------------|---------------------|
| S: Via Gela | 710     | 702                 | 8                   |
| E: SS 415   | 1903    | 1853                | 50                  |
| N: Via Gela | 675     | 666                 | 9                   |
| W: SS 415   | 2274    | 2162                | 112                 |
| Total       | 5562    | 5383                | 179                 |

SIDRA INTERSECCION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
 Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 27 July 2019 10:50:08  
 Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_r02 (6% incremento PM) sidra

### DELAY (CONTROL)

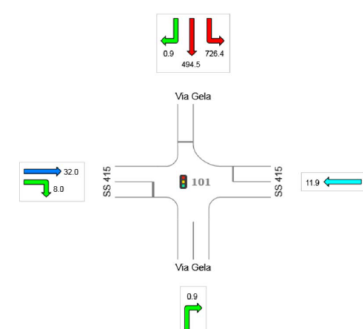
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [REF Post 2 PAULLESE - VIA GELA PM]

Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated Cycle Time = 105 seconds (Site User-Given Phase Times)

### All Movement Classes

|                 | Approaches |      |       |      | Intersection |
|-----------------|------------|------|-------|------|--------------|
|                 | South      | East | North | West |              |
| Delay (Control) | 0.9        | 11.9 | 505.0 | 31.1 | 78.2         |
| LOS             | A          | B    | F     | C    | F            |



Colour code based on Level of Service

| Level of Service | Color       |
|------------------|-------------|
| LOS A            | Green       |
| LOS B            | Light Green |
| LOS C            | Yellow      |
| LOS D            | Orange      |
| LOS E            | Red         |
| LOS F            | Dark Red    |

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).

LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).

NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for a Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).

SORA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

### DEGREE OF SATURATION

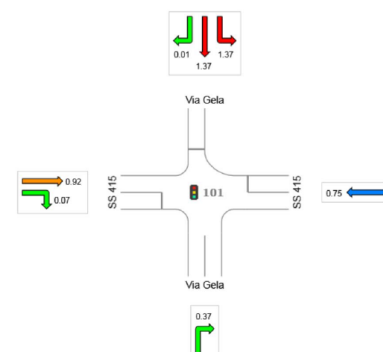
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [REF Post 2 PAULLESE - VIA GELA PM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated    Cycle Time = 105 seconds (Site User-Given Phase Times)

### All Movement Classes

|                      | Approaches |      |       |      | Intersecti |
|----------------------|------------|------|-------|------|------------|
|                      | South      | East | North | West |            |
| Degree of Saturation | 0.37       | 0.75 | 1.37  | 0.93 | 1.37       |



Colour code based on Degree of Saturation

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 27 July 2019 10:50:08  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_r02 (6% incremento PM).sig

Figura 10.18: Risultanze della verifica statica della Postazione 2 – HdP AM – Scenario di Riferimento

### Postazione 1 AM Scenario di progetto

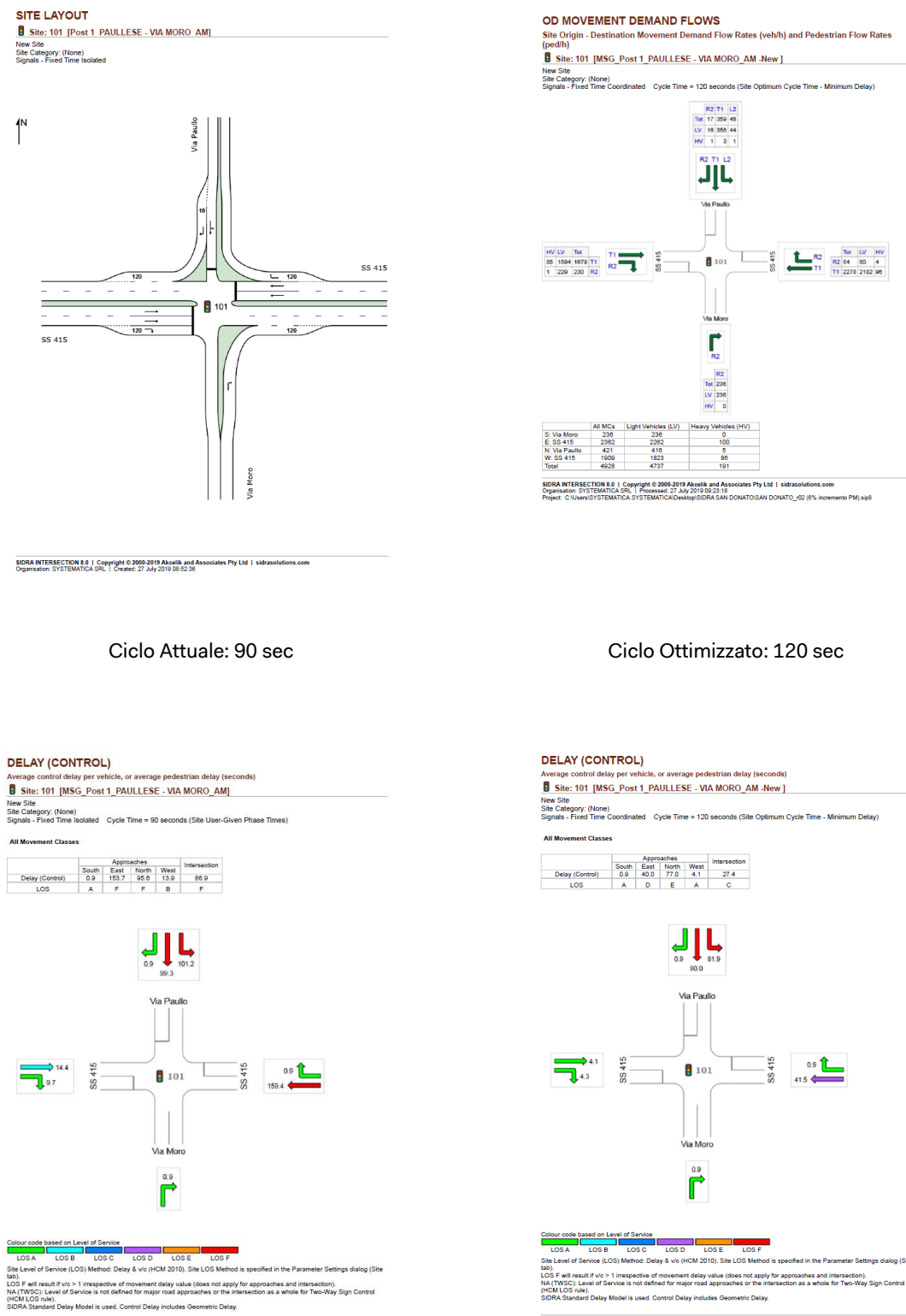


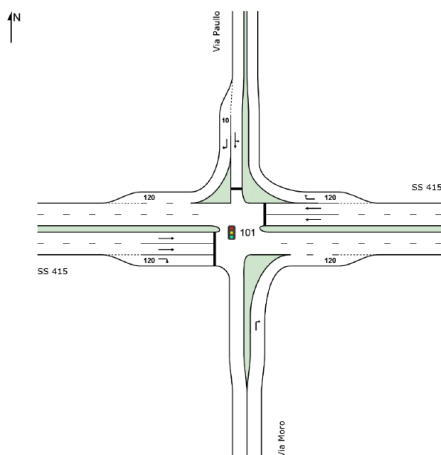
Figura 10.19: Risultanze della verifica statica della Postazione 1 – HdP AM – Scenario di Progetto

### Postazione 1 PM Scenario di progetto

## SITE LAYOUT

Site: 101 [Post 1 PAULLESE - VIA MORO AM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | [sidrasolutions.com](http://sidrasolutions.com)  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 27 July 2019 08:52:36

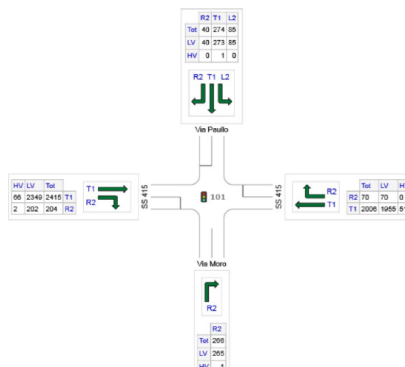
Ciclo Attuale: 90 sec

## OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [MSG\_Post 1 PAULLESE - VIA MORO\_PM - New]

Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Coordinated Cycle Time = 120 seconds (Site Optimum Cycle Time - Minimum Delay)



|               | All MCs | Light Vehicles (LV) | Heavy Vehicles (HV) |
|---------------|---------|---------------------|---------------------|
| S: Via Moro   | 200     | 205                 | 1                   |
| E: SS 415     | 2076    | 2025                | 51                  |
| N: Via Paullo | 300     | 308                 | 1                   |
| W: SS 415     | 2619    | 2551                | 68                  |
| Total         | 5300    | 5230                | 121                 |

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 27 July 2019 09:30:58  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_r02 (0% incremento PM) sidra

Ciclo Ottimizzato: 120 sec

### DELAY (CONTROL)

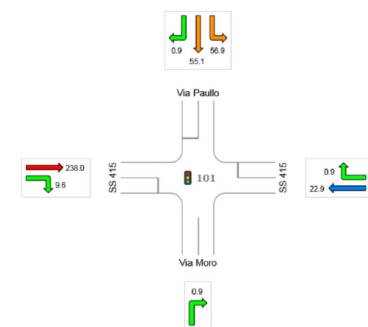
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [MSG Post 1 PAULLESE - VIA MORO PM]

Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated Cycle Time = 90 seconds (Site User-Given Phase Times)

### All Movement Classes

|                 | Approaches |      |       |       | Intersection |
|-----------------|------------|------|-------|-------|--------------|
|                 | South      | East | North | West  |              |
| Delay (Control) | 0.9        | 22.2 | 50.0  | 220.1 | 120.6        |
| LOS             | A          | C    | D     | F     | F            |



Colour code based on Level of Service

LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).

LOS F will result if  $v/c > 1$  irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).

NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).

SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

### DELAY (CONTROL)

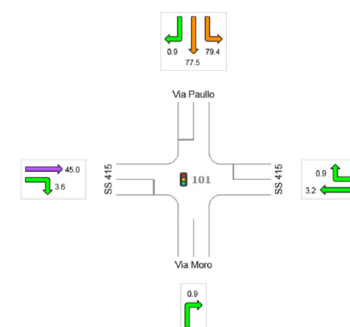
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [MSG Post 1 PAULLESE - VIA MORO PM - New]

New Site  
 Site Category: (None)  
 Signals - Fixed Time Coordinated    Cycle Time = 120 seconds (Site Optimum Cycle Time - Minimum Delay)

### All Movement Classes

|                 | Approaches |      |       |      | Intersection |
|-----------------|------------|------|-------|------|--------------|
|                 | South      | East | North | West |              |
| Delay (Control) | 0.9        | 3.2  | 70.2  | 41.8 | 26.9         |
| LOS             | A          | B    | F     | F    | D            |



Colour code based on Level of Service

Colour code based on Level of Service

LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).

LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).

Note(s): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS 10).

SIORA(Standard) Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay

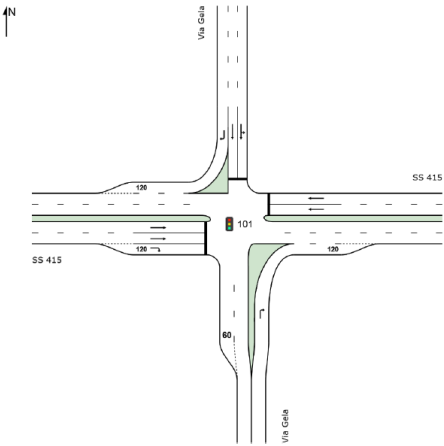
Figura 10.20: Risultanze della verifica statica della Postazione 1 – HdP PM – Scenario di Progetto

Postazione 2 AM Scenario di progetto

SITE LAYOUT

Site: 101 [Post 2 PAULLESE - VIA GELA AM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals: Fixed Time Isolated



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2006-2019 Akasik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 27 July 2019 10:01:35  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_r2 (8% incremento PM).sp8

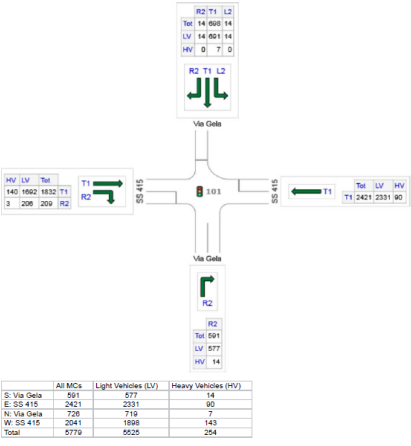
Ciclo Attuale: 105 sec

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [MSG Post 2 PAULLESE - VIA GELA AM - New]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals: Fixed Time Coordinated Cycle Time = 120 seconds (Site Optimum Cycle Time - Minimum Delay)



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2006-2019 Akasik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 27 July 2019 11:02:16  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_r2 (8% incremento PM).sp8

Ciclo Ottimizzato: 120 sec

DELAY (CONTROL)

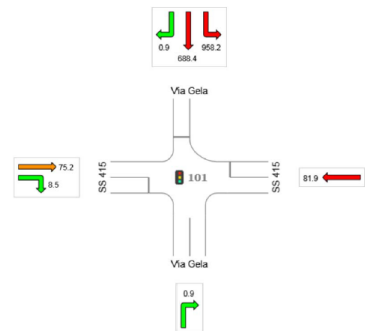
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [MSG Post 2 PAULLESE - VIA GELA AM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals: Fixed Time Isolated Cycle Time = 105 seconds (Site User-Given Phase Times)

All Movement Classes

|                 | Approaches |      |       |      | Intersection |
|-----------------|------------|------|-------|------|--------------|
|                 | South      | East | North | West |              |
| Delay (Control) | 0.9        | 81.9 | 676.6 | 68.6 | 143.7        |
| LOS             | A          | F    | F     | E    | F            |



Colour code based on Level of Service

LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).  
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).  
NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).  
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

DELAY (CONTROL)

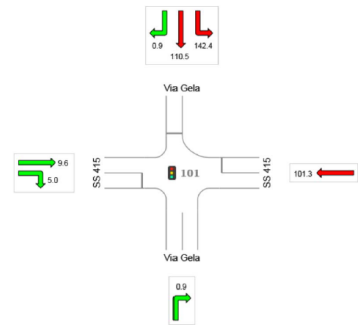
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [MSG Post 2 PAULLESE - VIA GELA AM - New]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals: Fixed Time Coordinated Cycle Time = 120 seconds (Site Optimum Cycle Time - Minimum Delay)

All Movement Classes

|                 | Approaches |       |       |      | Intersection |
|-----------------|------------|-------|-------|------|--------------|
|                 | South      | East  | North | West |              |
| Delay (Control) | 0.9        | 101.3 | 108.0 | 9.1  | 59.4         |
| LOS             | A          | F     | F     | A    | E            |



Colour code based on Level of Service

LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).  
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).  
NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).  
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

Figura 10.21: Risultanze della verifica statica della Postazione 2 – HdP AM – Scenario di Progetto

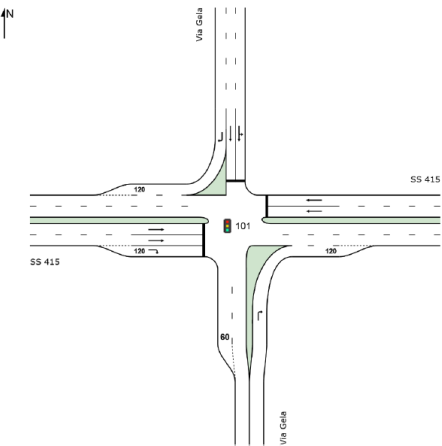


Postazione 2 PM Scenario di progetto

SITE LAYOUT

Site: 101 [Post 2 PAULLESE - VIA GELA AM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Created: 27 July 2019 10:51:35  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_R2 (0% incremento PM).spl

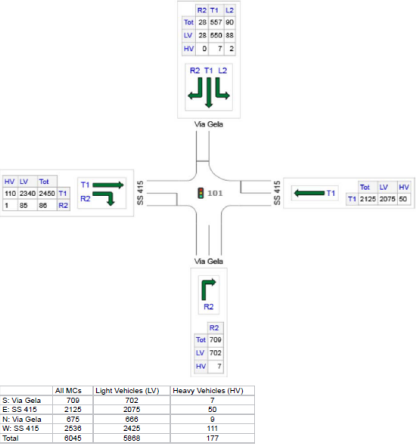
Ciclo Attuale: 105 sec

OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [MSG\_Post 2 PAULLESE - VIA GELA PM - New]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Coordinated Cycle Time = 120 seconds (Site Optimum Cycle Time - Minimum Delay)



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com  
Organisation: SYSTEMATICA SRL | Processed: 27 July 2019 11:15:23  
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Desktop\SIDRA SAN DONATO\SAN DONATO\_R2 (0% incremento PM).spl

Ciclo Ottimizzato: 120 sec

DELAY (CONTROL)

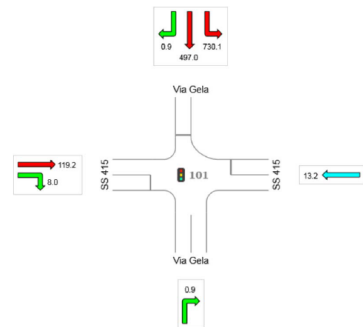
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [MSG\_Post 2 PAULLESE - VIA GELA PM]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Isolated Cycle Time = 105 seconds (Site User-Given Phase Times)

All Movement Classes

|                 | Approaches |      |       |      | Intersection |
|-----------------|------------|------|-------|------|--------------|
| Delay (Control) | South      | East | North | West |              |
| LOS             | A          | B    | F     | F    | F            |



Colour code based on Level of Service  
LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F  
Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).  
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).  
NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).  
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

DELAY (CONTROL)

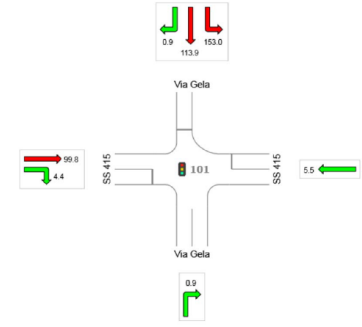
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [MSG\_Post 2 PAULLESE - VIA GELA PM - New]

New Site  
Site Category: (None)  
Signals - Fixed Time Coordinated Cycle Time = 120 seconds (Site Optimum Cycle Time - Minimum Delay)

All Movement Classes

|                 | Approaches |      |       |      | Intersection |
|-----------------|------------|------|-------|------|--------------|
| Delay (Control) | South      | East | North | West |              |
| LOS             | A          | A    | F     | F    | E            |



Colour code based on Level of Service  
LOS A LOS B LOS C LOS D LOS E LOS F  
Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).  
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).  
NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).  
SIDRA Standard Delay Model is used. Control Delay includes Geometric Delay.

Figura 10.22: Risultanze della verifica statica della Postazione 2 – HdP PM – Scenario di progetto

## 11 Valutazioni Conclusive

La redazione del presente studio di impatto viabilistico ha richiesto lo sviluppo di una articolata serie di attività analitiche che hanno consentito di valutare gli effetti indotti dalla realizzazione del piano a diverse scale e in relazione a differenti scenari di domanda.

Lo studio ha preso avvio dalla realizzazione di una estesa campagna di indagine che ha visto la raccolta di dati di traffico tramite rilievo manuale in numerose sezioni, a comprendere lo svincolo CAMM e le rampe di ingresso e di uscita in corrispondenza dello svincolo di via Mecenate. Su via Mecenate e via Bonfadini sono inoltre stati raccolti i transiti veicolari tramite strumentazione automatica per una settimana. La campagna di indagine è stata svolta nelle ore di punta del venerdì (AM e PM) e del sabato (PM).

Lo scambio di dati e piattaforme di simulazione supportato dal settore mobilità del comune di Milano e in particolare dall'agenzia AMAT ha consentito di validare lo strumento di simulazione non solo per quanto riguarda lo scenario che riproduce la situazione attuale ma anche per quanto riguarda la definizione dello scenario di riferimento sul quale andare a valutare gli effetti indotti dalla realizzazione dell'intervento di progetto.

La stima della domanda di traffico indotto dalle diverse funzioni è stata fondata su parametri condivisi dal comune di Milano e sui parametri espressi dalla normativa vigente in relazione alle grandi strutture di vendita. La stima dei flussi di traffico relazionata con Arena ha potuto basarsi su dati di traffico e profili di arrivo rilevati sul campo in una struttura analoga a quella di progetto quale è il Forum di Assago.

Lo scenario di domanda investigato considera che gli utenti di Arena vedano un utilizzo del trasporto pubblico analogo a quanto registrato attualmente presso la struttura di Assago Forum. Si considera che l'offerta di trasporto pubblico, che sarà presente nell'area, sarà molto differente rispetto ad Assago in quanto, pur essendo la stazione di Rogoredo pedonalmente più distante, offre un servizio molto più articolato, essendo una stazione passante della M3, stazione dell'alta velocità e stazione delle ferrovie regionali e delle linee S1, S2, S12 e S13. La stazione di Rogoredo è, infatti, uno dei nodi intermodali primari dell'area metropolitana milanese con più di 7 milioni di passeggeri/anno solo per il ferro (dato RFI). Rappresenta, quindi, un nodo che garantisce rilevanti livelli di accessibilità e relazioni strategiche sia per i movimenti in destinazione (come quelli diretti a Montecity) sia per la componente di mobilità di interscambio.

Per incentivare l'utilizzo dei mezzi pubblici sarà istituito un servizio tram-navetta, in sostegno alla linea di progetto, che consentirà di intensificare le frequenze della linea nella tratta Rogoredo – Museo dei Bambini potenziando in occasione degli eventi di massima affluenza l'offerta di trasporto pubblico dell'area costituita dalla suddetta linea tranviaria (Rogoredo Fs – Forlanini quartiere M4) e dalla linea bus 88.

Il processo di verifica di funzionalità dell'impianto viario proposto è stato dunque sviluppato a due differenti scale, a scala macro in corrispondenza dei due scenari di domanda più critici del giorno medio feriale e a scala micro valutando nel dettaglio la sovrapposizione della domanda di traffico legata alle funzioni commerciali con la domanda relazionata ad un evento di Arena.

Quale ulteriore analisi il sistema è stato testato anche in occasione del momento di picco conseguente al termine di un evento di massima affluenza all'Arena.

Ai fini della verifica dell'impatto indotto dalle funzioni commerciali è stata sviluppata una analisi tramite microsimulazione in corrispondenza dello scenario di domanda corrispondente alla finestra di punta del sabato.

Le verifiche modellistiche hanno evidenziato che, nonostante il verificarsi di puntuali e momentanee criticità, il sistema è in grado di gestire la domanda di traffico stimata con adeguati livelli prestazionali.

L'intervento di adeguamento dello svincolo di via Mecenate e l'introduzione della viabilità complanare alla tangenziale, consentono di separare il più possibile i flussi diretti a Santa Giulia dal traffico passante e di offrire adeguati spazi per gli eventuali momenti di accodamento in corrispondenza delle rotatorie.

Ad area vasta si osserva che la quota di traffico aggiuntiva nello scenario di progetto comporta una riduzione accettabile dei parametri di prestazione generale. L'analisi delle mappature di flusso e rapporto v/c evidenziano alcuni elementi di criticità in entrambe le finestre della giornata.

La verifica a scala locale ha comunque dimostrato che, valutando l'impatto con uno strumento che offre un maggior dettaglio della rete e del sistema di zone, il sistema è in grado di rispondere ai picchi di domanda con buoni risultati. La riflessione circa la dimensione complessiva della quota di domanda aggiuntiva, che prevede l'affluenza massima all'Arena e il picco di affluenza ai comparti commerciali, considerata negli scenari di simulazione, porta a ritenere sostenibile l'intervento.

La prevista adozione di sistemi di controllo degli accessi ai parcheggi innovativi, che riducano i tempi di accodamento agli ingressi, e di un sistema di indirizzamento ai diversi punti di accesso ai parcheggi nei giorni di massima affluenza consentiranno di ridurre al minimo i momenti di criticità sulla rete esterna.

