

COMUNI DI CASTEL SAN PIETRO TERME E CASTEL GUELFO  
CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

Studio del traffico di ambito per il Polo S. Carlo nei  
comuni di Castel S. Pietro Terme e Castel Guelfo.



**RELAZIONE TECNICA**

Committenti:  
FAP INVESTMENT SRL  
FIGURA 11 SRL  
INGENRE GROUP SRL

Gruppo di lavoro:  
Ing. Francesco Mazza (coordinatore)  
Ing. Giacomo Nonino  
Arch. Camilla Alessi  
Ing. Enrico Fauceglia



**AIRIS**  
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE

SETTEMBRE 2020

[www.airis.it](http://www.airis.it)



## INDICE

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>PREMESSA</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2</b>  | <b>DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO E DELL'ACCESSIBILITÀ CON GLI ALTRI SISTEMI DI TRASPORTO</b> .....                                | <b>3</b>  |
| 2.1       | <i>CARATTERIZZAZIONE DELL'ASSETTO VIARIO DI RIFERIMENTO</i> .....  | 3         |
| 2.2       | <i>ACCESSIBILITÀ DEL POLO SAN CARLO</i> .....  | 5         |
| 2.3       | <i>LO SCENARIO ATTUALE DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE</i> .....   | 10        |
| 2.4       | <i>I FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO ATTUALE</i> .....   | 13        |
| <b>3</b>  | <b>PREVISIONI URBANISTICHE E STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI NELLO SCENARIO FUTURO</b> .....  | <b>21</b> |
| 3.1       | <i>LE PREVISIONI URBANISTICHE PER IL POLO SAN CARLO ASSUNTE NELLO SCENARIO FUTURO</i> .....  | 21        |
| 3.2       | <i>STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO FUTURO TENDENZIALE</i> .....  | 22        |
| <b>4</b>  | <b>LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE IN ASSENZA DI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI AGGIUNTIVI</b> .....                               | <b>27</b> |
| 4.1       | <i>I FLUSSI DI TRAFFICO NELLO SCENARIO FUTURO SENZA INTERVENTI INFRASTRUTTURALI AGGIUNTIVI</i> .....   | 27        |
| 4.2       | <i>I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO SENZA INTERVENTI INFRASTRUTTURALI</i> .....                | 32        |
| <b>5</b>  | <b>LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE CON GLI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PREVISTI</b> .....                                       | <b>33</b> |
| 5.1       | <i>I FLUSSI DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE NELLO SCENARIO FUTURO CON GLI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI AGGIUNTIVI PREVISTI</i> .....                | 33        |
| 5.2       | <i>I PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NELLO SCENARIO FUTURO CON INTERVENTI INFRASTRUTTURALI AGGIUNTIVI</i> .....       | 39        |
| <b>6</b>  | <b>CONFRONTO CON LO SCENARIO ATTUALE E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NEGLI SCENARI FUTURI</b> ..... | <b>40</b> |
| <b>7</b>  | <b>LA VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELLE INTERSEZIONI E IL CONFRONTO TRA GLI SCENARI DI RIFERIMENTO</b> .....  | <b>46</b> |
| <b>8</b>  | <b>INDICAZIONI PER UNA MAGGIORE SOSTENIBILITÀ'</b> .....   | <b>81</b> |
| <b>9</b>  | <b>MONITORAGGIO POST OPERAM</b> .....  | <b>84</b> |
| <b>10</b> | <b>GREEN LOGISTICS</b> .....   | <b>86</b> |
| <b>11</b> | <b>SINTESI E CONCLUSIONI</b> .....   | <b>90</b> |



## 1 PREMESSA

Il presente documento espone i risultati dello Studio del traffico finalizzato alla valutazione degli effetti sulla mobilità dell'attuazione di diverse proposte progettuali mirate ad insediarsi nell'ambito del Polo San Carlo con attività di tipo logistico.

Il Polo San Carlo, denominato anche Z.I. San Carlo, situato a cavallo tra i territori comunali di Castel San Pietro Terme e Castel Guelfo, risulta essere uno dei quattro siti identificati dal PUMS della Città metropolitana di Bologna all'interno dei quali sviluppare insediamenti logistici.

Nelle recenti analisi sviluppate nell'ambito del QC del PTM 2020, assunto nel luglio di quest'anno, sugli ambiti produttivi la Z.I. San Carlo è stata valutata con un grado di accessibilità già alto nello scenario attuale e destinato a migliorare sino a raggiungere l'ottimo nello scenario a regime previsto dal PUMS.

Il Polo San Carlo si candida dunque a ricevere uno sviluppo degli insediamenti produttivi e logistici e questo richiede alcune verifiche sul sistema della viabilità sia a scala macro che su elementi puntuali. Lo scopo di questo Studio del traffico è dunque proprio quello di prendere in esame complessivamente e in modo integrato le proposte insediative avanzate, costituendo un riferimento, come richiesto peraltro dal Servizio Pianificazione della mobilità della Città Metropolitana, per le valutazioni relative ai singoli ambiti attuativi.

I comparti per i quali sono state avviate o sono di prossimo avvio le procedure amministrative finalizzate all'insediamento nel Polo e che saranno valutati all'interno dello Studio sono:

- L'ambito ASP.ANS1.1 Cà Bianca 5 in comune di Castel San Pietro Terme;
- L'ambito ASP.ANS2.2 Cà Bianca 6 in comune di Castel San Pietro Terme;
- L'ambito ASP.ANS2.1 Cà Bianca 7 in comune di Castel San Pietro Terme;
- La zona ASP\_A5a San Paolo 1 in comune di Castel Guelfo;
- L'ambito ASP\_AN2.2 San Paolo 2 in comune di Castel Guelfo
- L'espansione del comparto Arcese in comune di Castel San Pietro Terme.

Tutti gli ambiti hanno una destinazione logistica.

Le valutazioni condotte nello studio hanno l'obiettivo di verificare l'attuabilità delle proposte di progetto a partire dallo scenario infrastrutturale attuale, verificando le condizioni della rete e valutandone quantitativamente il livello di servizio, verificando anche gli interventi infrastrutturali già previsti dal POC di Castel San Pietro Terme e riguardanti la rete stradale interessata dal traffico indotto dai nuovi insediamenti.

Al termine dello Studio, questa relazione sintetizza le elaborazioni effettuate e gli elementi di giudizio sulla situazione della circolazione nello scenario futuro con e senza interventi infrastrutturali, messa a confronto con la situazione attuale, in termini di variazione dei volumi di traffico veicolare sulla rete stradale e dei principali parametri trasportistici della rete.

Parallelamente all'insediamento delle attività previste per i diversi ambiti, lo scenario futuro ha implementato una serie di opere infrastrutturali previste dalle municipalità di Castel San Pietro Terme e Castel Guelfo e finalizzate a migliorare le condizioni di accessibilità al Polo San Carlo, o comunque previste all'interno degli schemi progettuali dei comparti.

Il percorso di analisi svolto è stato il seguente:

- ricostruzione delle caratteristiche della rete stradale di riferimento oggetto di studio, svolta attraverso dati cartografici aggiornati della situazione dello scenario attuale al fine di caratterizzare gli archi della rete di riferimento per l'ambito in esame;
- analisi dello scenario attuale, al fine di caratterizzare la situazione della circolazione stradale sulla viabilità principale di riferimento per l'ambito territoriale in oggetto, attraverso la raccolta di dati storici sui principali archi stradali della rete e per il casello autostradale di Castel San Pietro Terme (questa parte dello studio si è svolta infatti in parallelo al periodo di lockdown conseguente all'epidemia di Covid-19 che non ha consentito lo svolgimento di indagini dirette di traffico se non in piccola parte);
- aggiornamento e integrazione del modello di traffico per lo scenario attuale a partire dai dati modellistici elaborati nell'ambito del PUMS della Città metropolitana, con il raffittimento della rete stradale nell'ambito di studio e la taratura sulla base delle informazioni aggiuntive disponibili sulle sezioni di traffico principali;
- stima del traffico indotto nello scenario futuro, che tiene in considerazione tutti i nuovi comparti da insediare prima elencati sulla base di dati statistici aggiornati;
- simulazione dei flussi veicolari sulla rete dello scenario futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi, se non le opere infrastrutturali strettamente necessarie a connettere i nuovi comparti alla rete esistente;
- simulazione dei flussi veicolari sulla rete dello scenario futuro con i seguenti interventi infrastrutturali:
  - Trasformazione dell'intersezione tra il collegamento al casello autostradale di Castel San Pietro Terme sulla A14 e la SP n.19 via San Carlo in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SS n.9 via Emilia Levante, via Cova e via Roma in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SP 31 via Stradelli Guelfi e via Legnana in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi e via Cartara in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi, e via dell'Industria in intersezione a rotatoria.
- affinamento e analisi delle simulazioni effettuate a livello macro, con l'estrazione e il confronto dei principali parametri trasportistici di rete;
- verifiche delle principali intersezioni attraverso microsimulazioni, che consentono di confrontare il livello di servizio nella situazione attuale e nello scenario futuro evidenziando eventuali criticità (accodamenti) nei diversi scenari;
- esame complessivo dei risultati ed eventuali indicazioni alle successive fasi progettuali degli interventi previsti;
- proposta di un monitoraggio della situazione trasportistica a seguito dell'attuazione dei comparti.

I risultati ottenuti da queste elaborazioni sono riportati nel dettaglio nei capitoli seguenti.

## 2 DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO E DELL'ACCESSIBILITÀ CON GLI ALTRI SISTEMI DI TRASPORTO

### 2.1 Caratterizzazione dell'assetto viario di riferimento

Il Polo San Carlo già sede di numerose attività produttive e logistiche è situato tra i territori comunali di Castel San Pietro Terme e Castel Guelfo.

La rete infrastrutturale presente e la sua struttura permettono un'immediata accessibilità delle attività commerciali e industriali dalla rete principale nazionale.

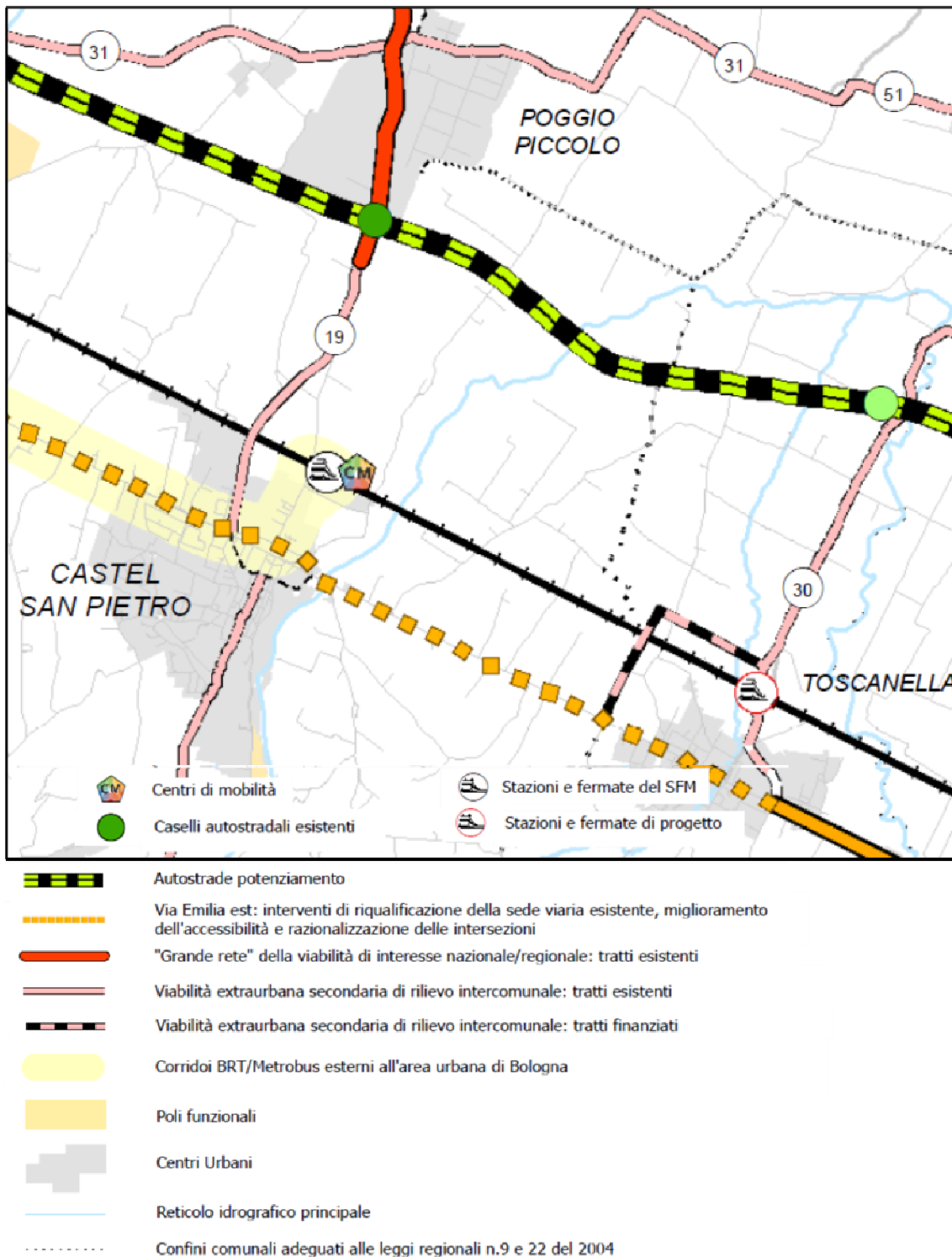
La maglia della viabilità è formata dall' Autostrada Adriatica A14 Bologna-Taranto, che si sviluppa in direzione est- ovest e passa a sud del Polo, dalla strada provinciale SP n.19 "San Carlo", alla quale si collega il casello autostradale, che si sviluppa in direzione nord-sud collegando i comuni di Castel San Pietro Terme e Castel Guelfo, e dalla strada provinciale SP n.31 "Colunga", che si sviluppa in direzione est-ovest a nord del Polo collegando il comune di Castel Guelfo con Bologna.

Img. 2.1 - Corografia del polo San Carlo con indicazione dei nuovi comparti previsti



L'immagine di seguito riportata rappresenta un estratto della cartografia a supporto del PUMS della Città Metropolitana di Bologna, approvato il 27 novembre 2019, all'interno della quale è presente la classificazione della rete infrastrutturale presente sul territorio.

Img. 2.2 - Rete infrastrutturale nello scenario attuale, estratto della tavola 3A "Rete Stradale" -PUMS della Città Metropolitana di Bologna (approvato il 27/11/2019)



### *Autostrada Adriatica A14*

L'autostrada Adriatica A14 Bologna-Taranto, che nella porzione di territorio di studio si sviluppa in direzione est-ovest a sud del comparto oggetto d'analisi, rappresenta una delle principali dorsali autostradali nazionali. Nel tratto che interessa il territorio comunale di Castel San Pietro Terme presenta una carreggiata a 3 corsie più la corsia d'emergenza per senso di marcia; è presente inoltre uno svincolo autostradale con barriera per il pagamento del pedaggio (uscita Castel San Pietro Terme), che si connette alla rete di rango inferiore sulla strada provinciale SP n.19.

### *Strada Provinciale n.19*

La strada provinciale SP n.19 San Carlo viene classificata come "viabilità extraurbana secondaria di livello intercomunale" nel tratto compreso tra il casello dell'A14 e la via Emilia e come arco componente della Grande rete di viabilità di interesse nazione/regionale tra la barriera autostradale e la SP3 "Trasversale di Pianura" nel territorio comunale di Medicina.

### *Strada Provinciale n.31*

La strada provinciale SP n.31 Colunga viene classificata anch'essa come "viabilità extraurbana secondaria di livello intercomunale".

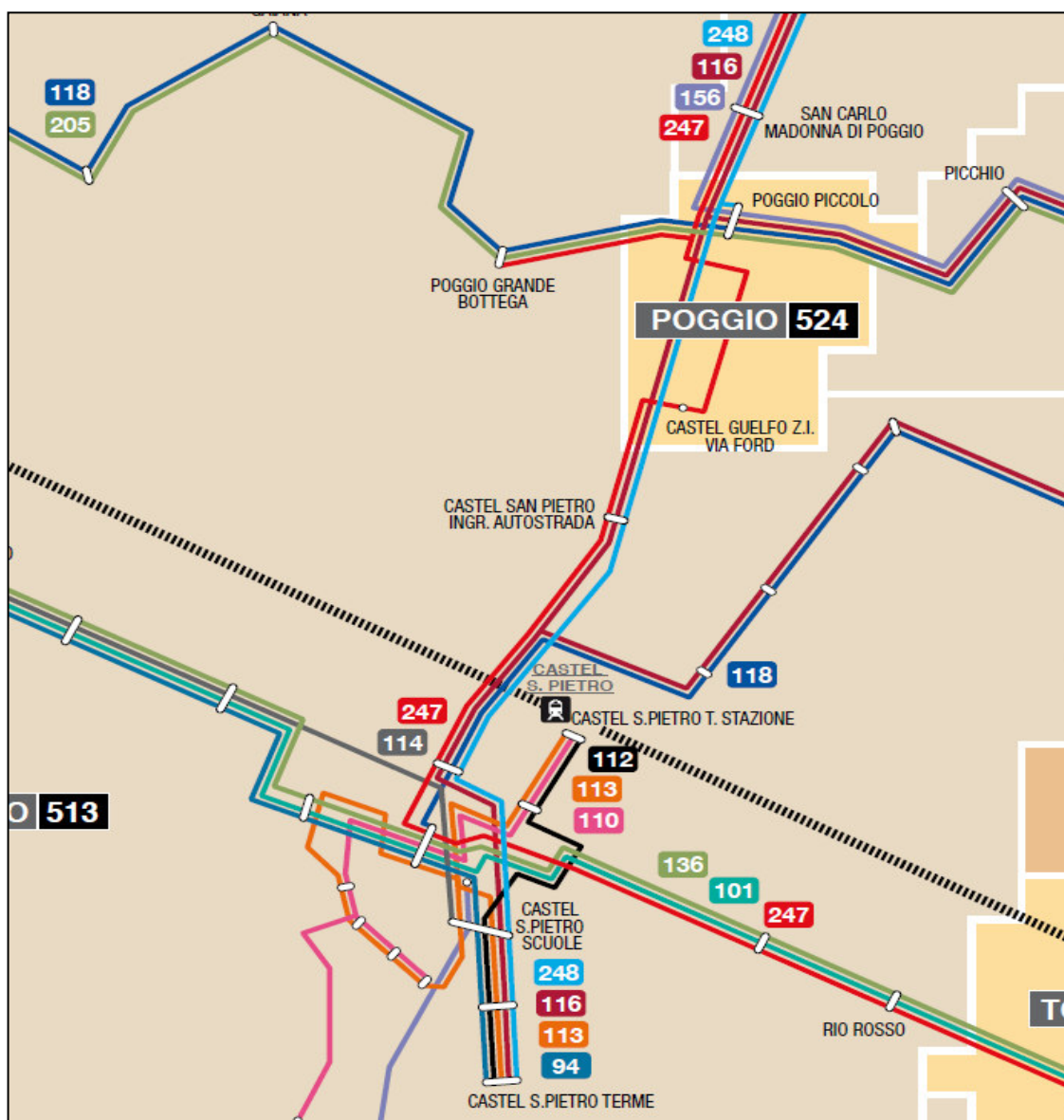
## **2.2 Accessibilità del Polo San Carlo**

Per quanto riguarda l'accessibilità al Polo San Carlo attraverso l'offerta di servizio di trasporto collettivo sono presenti, allo stato attuale, diverse linee extraurbane che interessano l'area.

Le linee 116, 247 e 248 percorrono la strada provinciale n. 19 San Carlo per poi deviare all'interno dell'omonima area commerciale; la fermata che le due linee condividono si trova in via Ford in prossimità dell'intersezione a rotatoria con via del Commercio, ed è denominata "Castel Guelfo Z.I. via Ford".

La linea 205 e 118 percorrono la SP 31 Stradelli Guelfi con fermate nelle località di Poggio Grande e Poggio Piccolo.

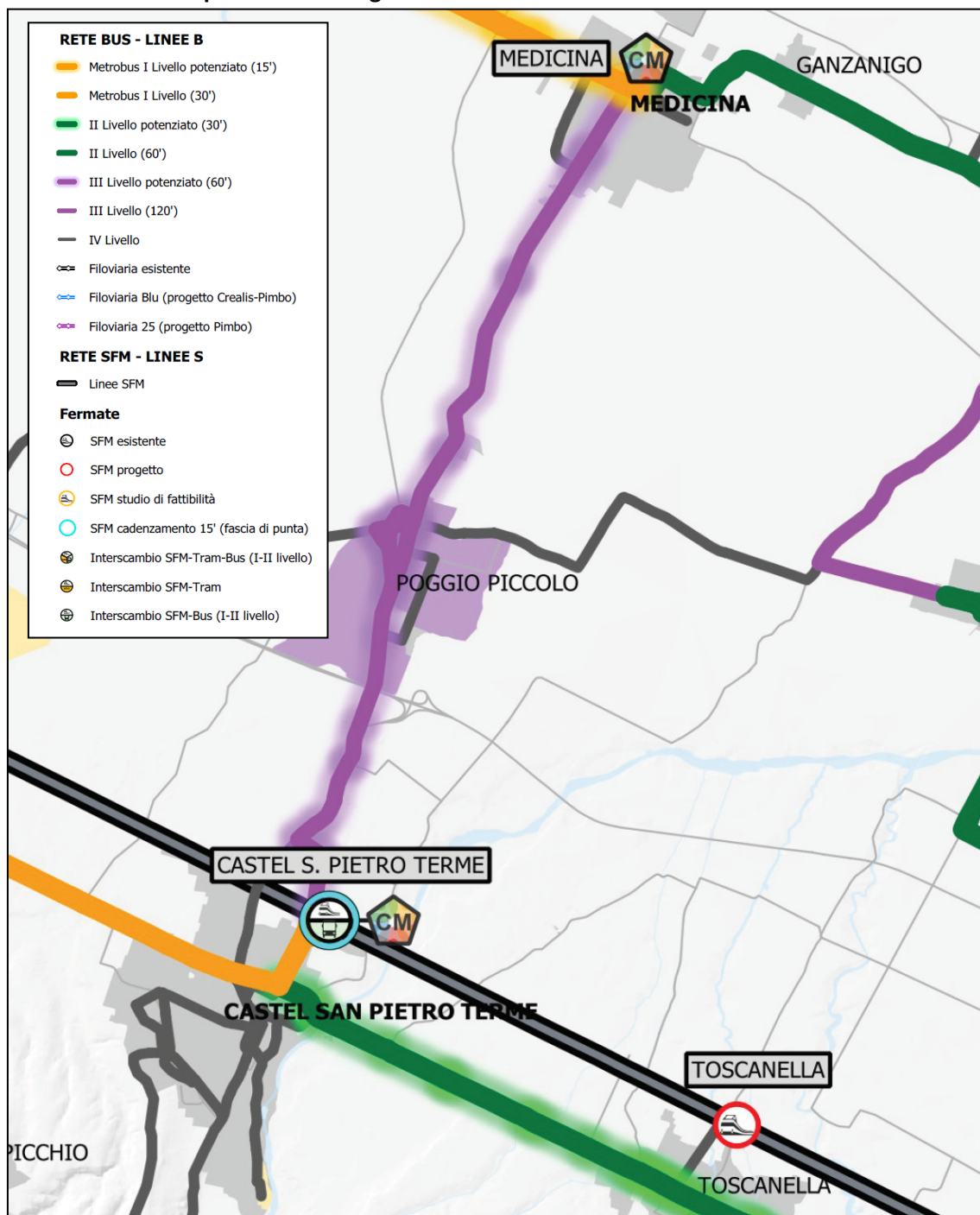
Img. 2.3 - Rete extraurbana del trasporto pubblico nell'intorno dell'area oggetto di studio, estratto mappa linee extraurbane e suburbane (da sito TPER)



L'estratto cartografico presentato nell'immagine seguente mostra la rete del trasporto pubblico metropolitano nell'area di Castel San Piero Terme che, nello scenario PUMS (2030), prevede una rete di terzo livello potenziato a 60' con un numero di 16 corse al giorno distribuite su un orario di servizio di 16 ore, dalle 6:00 alle 21:00.

I centri di mobilità più vicini all'area di studio sono situati a Medicina e Castel San Pietro Terme, quest'ultimo risulta esser anche un importante punto di interscambio tra SFM e Bus (I e II Livello).

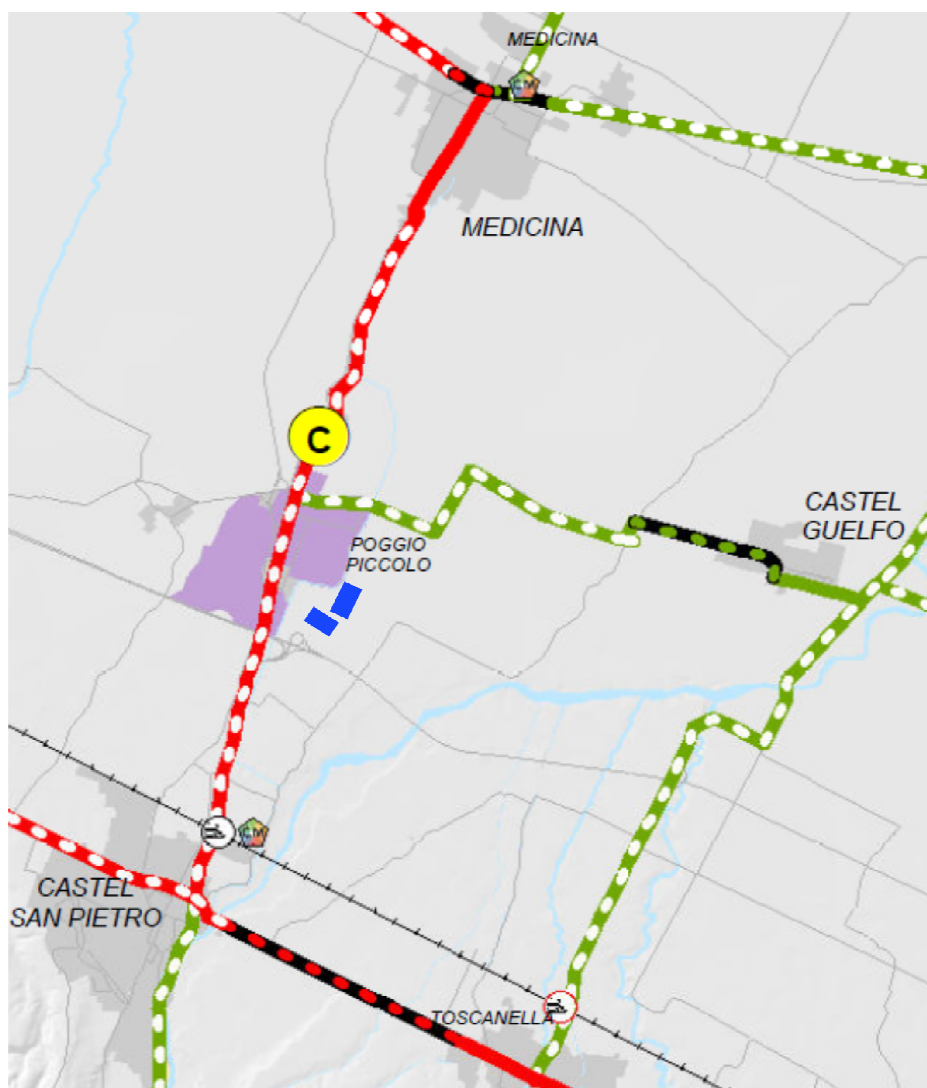
Img. 2.4 - Rete del trasporto pubblico metropolitano (Elaborazione grafica su estratto della tav. 2B "Trasporto pubblico metropolitano (TPM)" del PUMS della Città Metropolitana di Bologna



Allo stato attuale, per quanto riguarda l'accessibilità ciclabile, non è presente alcun percorso che permetta un collegamento tra il sito di progetto e le più vicine località; tuttavia i soggetti attuatori dei comparti Cà Bianca 5, 6 e 7 sono impegnati nella redazione di uno studio di fattibilità riguardante una quota parte dell'asse portante ciclabile sulla SP n.19 tra Castel San Pietro Terme e Medicina.

Secondo quanto previsto dal Piano Urbano della Mobilità Sostenibile della Città Metropolitana di Bologna il Polo San Carlo sarà servito dall’itinerario ciclabile “C - trasversale di Pianura” (Medicina – Castel San Pietro Terme) e da un tratto della rete integrativa che costituirà un collegamento ciclabile con la località Castel Guelfo.

**Img. 2.5 - Rete ciclabile nell’intorno dell’area oggetto di studio (Elaborazione grafica su estratto della tav. 1° “Rete ciclabile per la mobilità quotidiana” del PUMS della Città Metropolitana di Bologna)**



- Aree di destinazione lotti
- RETE STRATEGICA**
- Esistente
- Finanziata/In corso di realizzazione
- Da finanziare
- C trasversale San Carlo (Medicina-Castel San Pietro)
- RETE INTEGRATIVA**
- Da finanziare

L'immagine che segue mostra l'inserimento del nuovo percorso ciclopedonale, in fase di progettazione preliminare finalizzato a collegare la stazione ferroviaria di Castel San Pietro Terme (Centro di Mobilità) con i comparti oggetto di questo studio.

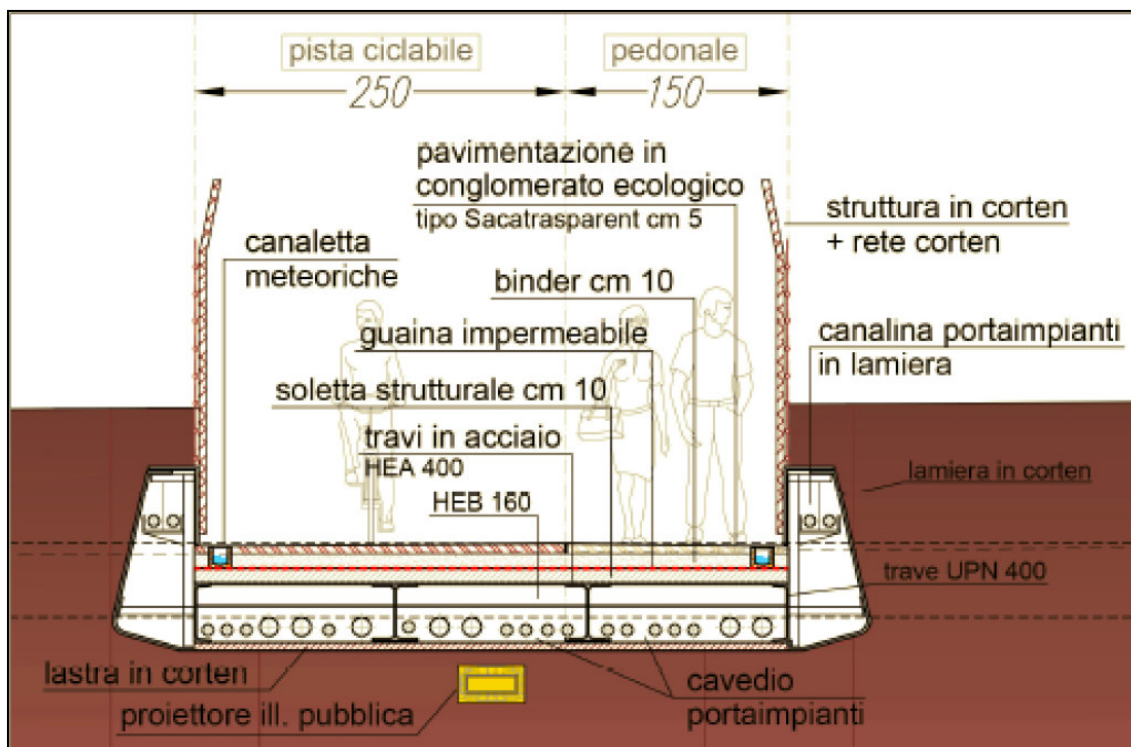
Img. 2.6 - Percorso ciclabile di progetto



Tra le opere a completamento del percorso ciclabile è prevista una passerella ciclopedonale all'autostrada A14 che si affiancherà all'esistente ponte della SP n.19 via San Carlo.

Di seguito si riporta una sezione tipo prevista per la passerella ciclopedonale.

**Img. 2.7 - Sezione della passerella ciclopedonale all'Autostrada A14 Bologna-Taranto**



### 2.3 Lo scenario attuale di traffico sulla rete stradale

La ricostruzione dello scenario attuale, finalizzata ad ottenere la distribuzione dei flussi veicolare sugli archi della rete stradale nell'intorno dell'ambito produttivo allo stato attuale, ha assunto come base di partenza, lo scenario di traffico attuale del PUMS della città metropolitana di Bologna.

Nell'impossibilità di svolgere rilievi diretti di traffico nel periodo di lockdown conseguente all'epidemia di Covid-19, se non in piccola parte, un'importante operazione di ricerca e raccolta di dati storici, ha permesso di collezionare diversi dataset provenienti da campagne di monitoraggio del traffico veicolare svolte tra gli anni 2017 e 2019 nell'intorno dell'ambito oggetto di studio, necessari ad una migliore calibrazione del modello, già utilizzato per il PUMS, alla scala locale.

Tali dati hanno permesso di caratterizzare in modo più dettagliato i volumi dei flussi veicolari sulla viabilità principale nell'intorno dell'area di studio.

In questa fase è stata avviata una interlocuzione con la Società ASPI che ha fornito i dati di ingresso uscita dal casello autostradale di Castel San Pietro della A14, per il giorno di punta della settimana di massimo traffico del mese di marzo 2019.

I database dai quali è stato possibile attingere dati sui flussi veicolari per le principali arterie nell'intorno del Polo San Carlo sono stati il sistema di monitoraggio MTS della Regione Emilia-Romagna, e quello costruito dalla società pubblico-privata Area Blu Spa che si occupa di erogare servizi inerenti alla mobilità per l'area oggetto di studio.

Altri dati sono stati rilevati direttamente da AIRIS.

L'analisi dei dati raccolti per i principali assi stradali ha permesso di identificare i periodi di punta sulla rete, che per l'intero ambito considerato risulta essere tra le ore 8 e le ore 9 del mattino, ora per la quale verrà svolta la calibrazione del modello di traffico per lo scenario attuale.

La tabella che segue presenta le sezioni e le intersezioni per le quali è stato possibile collezionare dati di traffico:

**Tab. 2.1 – Dataset e postazioni di monitoraggio**

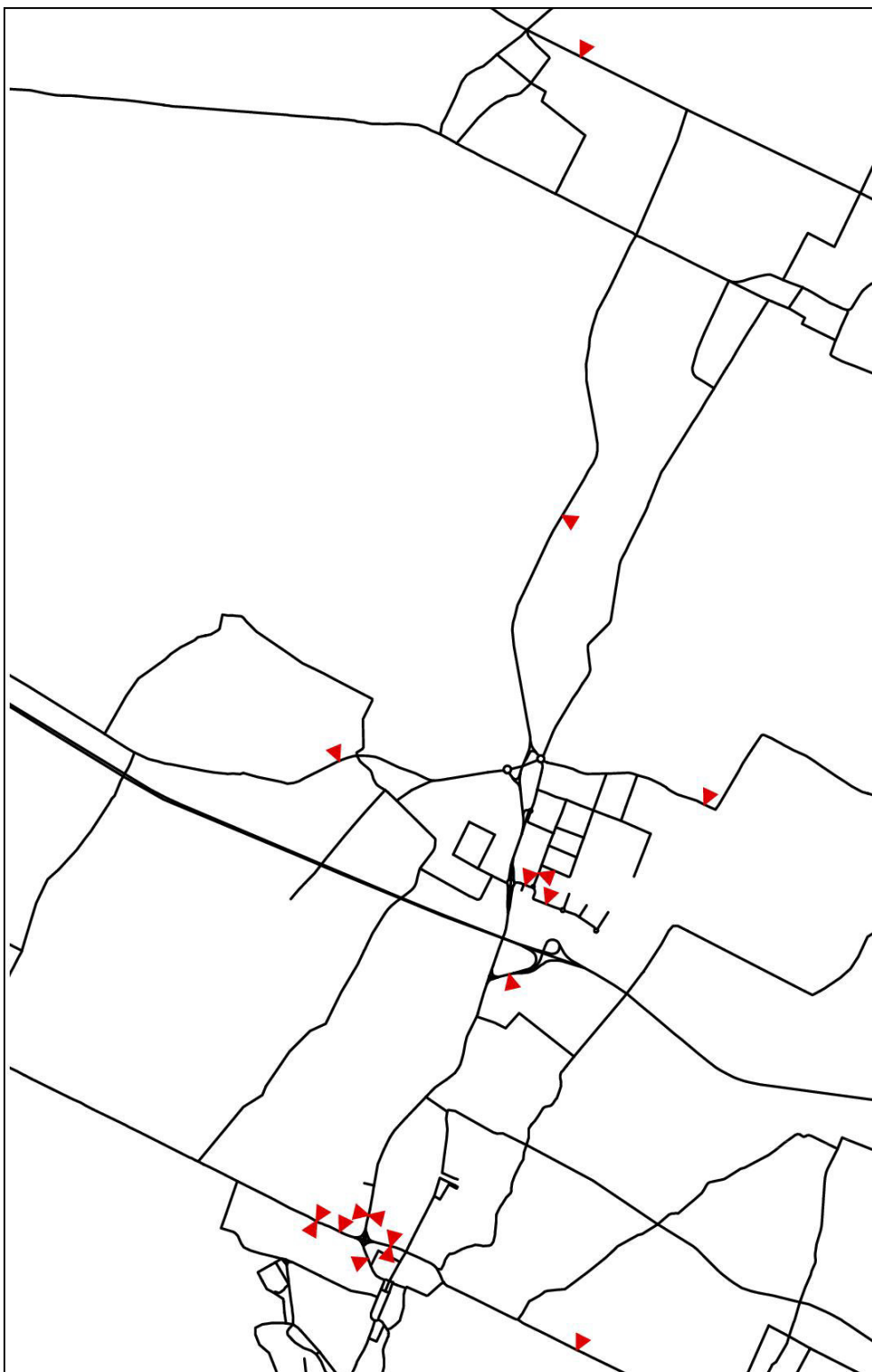
| Postazione | Strada                        | Fonte                     | Comune             |
|------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 252        | SP3 Trasversale di Pianura    | RER – Servizio Flussi MTS | Medicina           |
| 254        | SS9 Via Emilia                | RER – Servizio Flussi MTS | Ozzano dell'Emilia |
| 255        | SS9 Via Emilia                | RER – Servizio Flussi MTS | CSPT               |
| 600        | SP n.19 via San Carlo         | RER – Servizio Flussi MTS | CSPT               |
| CSPT-A14   | Casello Autostradale A14 CSPT | ASPI                      | CSPT               |
| SP31 -1    | SP n.31 via Stradelli Guelfi  | Area Blu                  | CSPT               |
| SP31-2     | SP n.31 via Stradelli Guelfi  | Area Blu                  | Castel Guelfo      |
| SS9        | SS n.9 via Emilia Ponente     | Area Blu                  | CSPT               |
| Airis1     | Via Henry Ford                | Airis                     | CSPT               |
| AIRIS1     | Via del Commercio             | Airis                     | CSPT               |
| AIRIS2     | Via Cà Bianca                 | Airis                     | CSPT               |
| AIRIS3     | Via San Biagio                | Airis                     | CSPT               |
| AIRIS4     | Via Poggio                    | Airis                     | CSPT               |

**Tab. 2.2 – Intersezioni**

| Intersezione | Strada                                      | Fonte    | Comune |
|--------------|---|----------|--------|
| 1            | SP19 Via San Carlo- Casello A14 CSPT        | Area Blu | CSPT   |
| 2            | SS9 Via Emilia Levante- Via Cova – Via Roma | Area Blu | CSPT   |
| 3            | Via del Commercio-Via Henry Ford            | Airis    | CSPT   |
| 4            | Via Cà Bianca – Via Poggio Via San Biagio   | Airis    | CSPT   |

L'immagine che segue presenta le sezioni di rilievo utilizzate per svolgere la calibrazione del modello di traffico, per i tre segmenti di domanda composti da auto, furgoni e mezzi pesanti.

Img. 2.8 - Sezioni di rilievo per la calibrazione del modello di traffico dello scenario attuale



## 2.4 I flussi di traffico nello scenario attuale

Per poter avere un quadro esaustivo dei flussi sulla rete in un ambito territoriale esteso intorno al Polo, oltre ai rilievi effettuati su alcune sezioni dei principali archi della rete, è necessario l'utilizzo di un modello di simulazione del traffico, opportunamente aggiornato e calibrato per l'ambito territoriale di interesse, che permetta di passare da rilievi puntuali su sezioni stradali ai flussi presenti sugli archi della rete.

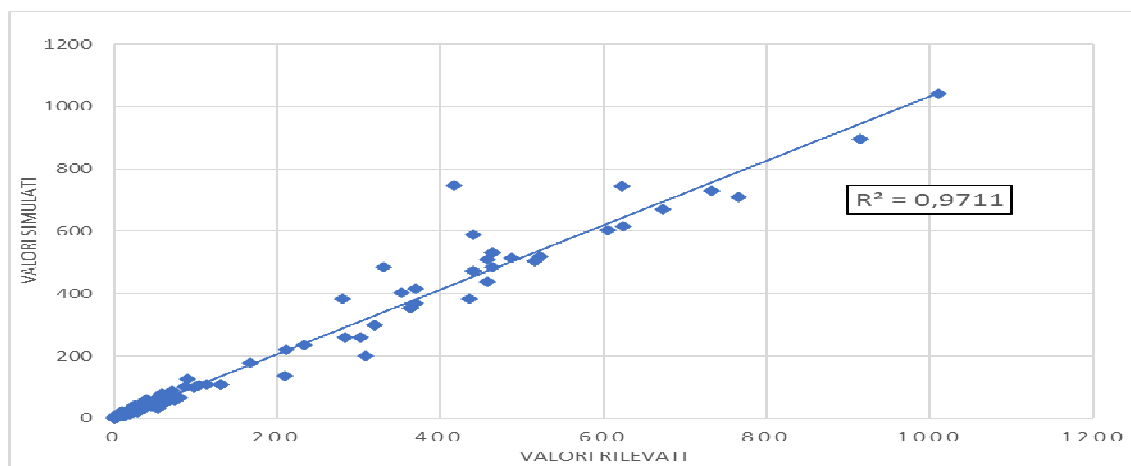
La metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale nella situazione attuale è stata dunque la seguente:

1. è stato costruito un modello di simulazione di una sottorete del grafo della viabilità dell'area oggetto di studio tratto dal modello di traffico utilizzato nell'ambito del PUMS della città Metropolitana, implementato con un raffittimento degli archi stradali che compongono la rete di riferimento allo stato attuale. Per costruire il modello di simulazioni si è utilizzato il Modello VISUM, della PTV System, in grado di simulare in modo sufficientemente approssimato i parametri che governano l'assegnazione del traffico alla rete stradale, tenendo conto delle caratteristiche dei diversi rami e delle intersezioni tra questi;
2. sulla base dei dataset collezionati e della campagna di rilievo integrativa di giugno 2020, per lo scenario attuale, sono state stimate le matrici origine/destinazione, per auto, furgoni e mezzi pesanti, per le diverse direttrici individuate per la rete, riferite all'ora di punta della mattina tra le ore 8 e le 9;
3. in ultimo è stata eseguita l'assegnazione delle matrici di domanda attuale alla rete, procedendo alla calibrazione dei flussi ottenuti dal modello rispetto a quelli rilevati sulle sezioni; e ottenendo i valori di riferimento del traffico sulla rete stradale che descrive lo stato attuale.

Prima di effettuare le simulazioni il modello è stato tarato utilizzando i dati provenienti dai diversi dataset collezionati indicati nel precedente paragrafo.

L'immagine seguente riporta in un grafico a dispersione (scattergram) il rapporto tra i flussi rilevati e flussi assegnati dal modello. Come si può osservare l' $R^2$  ottenuto, pari a 0,97, è soddisfacente e consente di assumere il modello di simulazione per le successive analisi anche degli scenari futuri di progetto.

Img. 2.9 - Rapporto tra i flussi rilevati e flussi assegnati dal modello (Scattergram)



I risultati ottenuti dal modello di assegnazione della domanda attuale alla rete sono mostrati nel diagramma di flusso nell'immagine seguente, riferita all'ora di punta della mattina (ore 8-9).

La rete è rappresentata con gli archi attivi e con il volume di traffico transitante su ciascun arco nell'ora, suddividendo i veicoli per tipologia in leggeri e mezzi pesanti

Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i mezzi leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore in blu rappresentano i mezzi pesanti

L'immagine successiva mostra l'Indice di congestione, rapporto tra i flussi in transito sull'arco e la capacità assegnata allo stesso, ricavato per l'ora di punta della mattina dal modello di assegnazione dello scenario attuale su ogni arco del grafo interessato da flussi veicolari.

Img. 2.10 - Flussi di traffico nello scenario attuale – ora di punta della mattina



Img. 2.11 - Indice di congestione sugli archi della rete nello scenario attuale – ora di punta della mattina

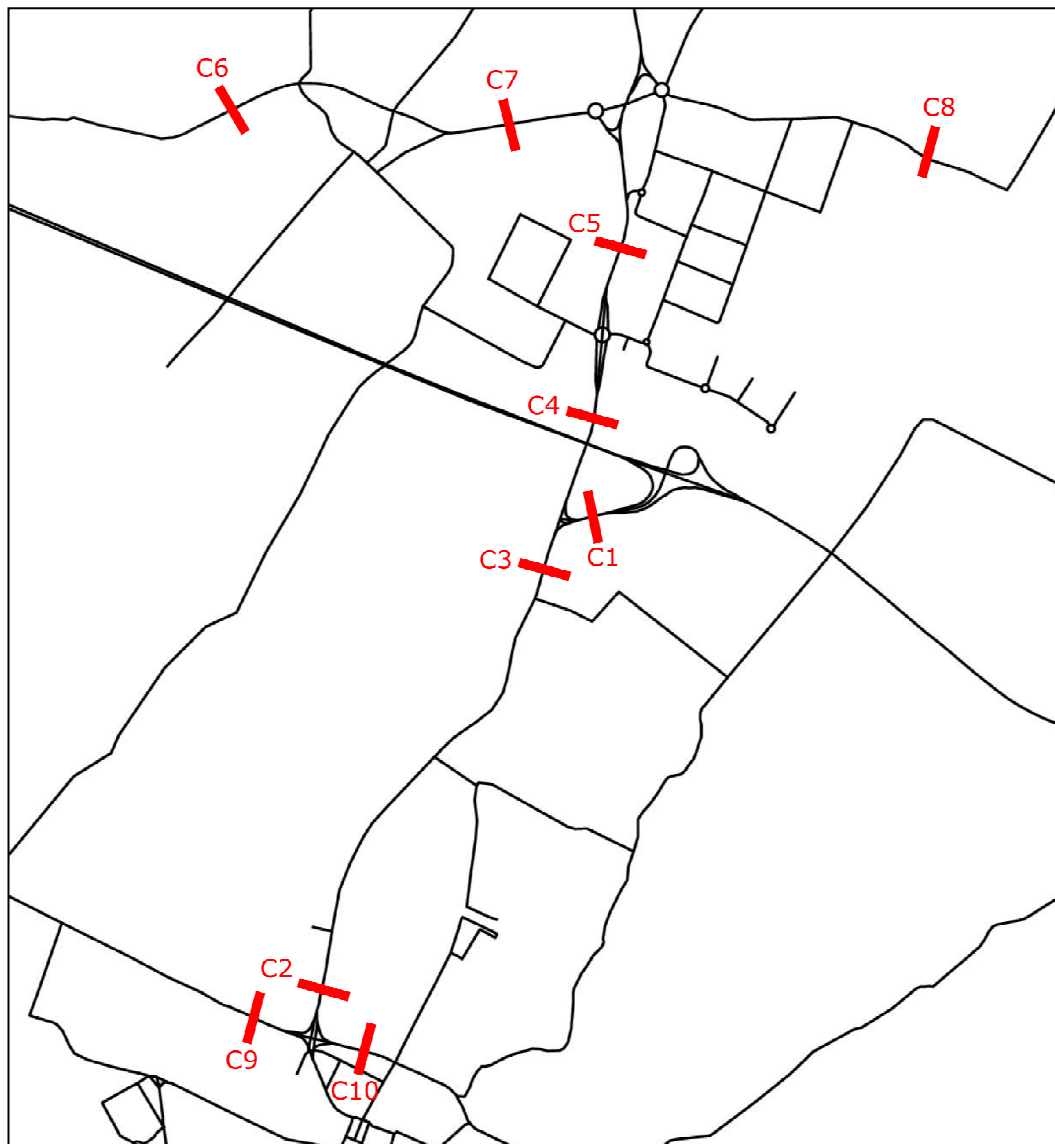


Osservando i valori dell'indice di congestione per la rete nello scenario attuale nell'ora di punta della mattina si nota come per quasi tutta la rete l'indice sia inferiore a 75, soglia della precongestione. Solamente in prossimità dell'intersezione tra la SS n.9 via Emilia Levante, via Cova e via Roma si osservano archi stradali dell'intersezione il cui indice di congestione lambisce la soglia della congestione ( $I_c=100$ ).

Tuttavia, il modello di macrosimulazione, in una situazione quale quella dell'intersezione tra via Emilia e via San Carlo non è in grado di rappresentare adeguatamente le situazioni di congestione della rete, che verranno analizzate in seguito, più opportunamente con le verifiche effettuate attraverso uno specifico modello di microsimulazione dell'intersezione nella sua configurazione attuale e in quella a rotatoria prevista nello scenario futuro.

Al fine di monitorare i flussi veicolari simulati e svolgere dei successivi confronti con gli scenari futuri, sono state inserite delle sezioni di controllo, sui principali assi viari afferenti al Polo San Carlo, l'immagine che segue presenta il posizionamento delle sezioni sul grafo di rete dello scenario attuale.

**Img. 2.12 - Posizionamento delle sezioni di controllo**



La tabella che segue mostra i valori dei flussi per le dieci sezioni di controllo ottenute dal modello di simulazione.

**Tab. 2.3 – Valori di riferimento delle sezioni di controllo per lo scenario attuale nel giorno feriale tra le ore 8 e le ore 9**

| Sez. | Strada           | Dir. | Ore 8-9 |         |         |        |
|------|------------------|------|---------|---------|---------|--------|
|      |                  |      | Auto    | Furgoni | Pesanti | Totali |
| C1   | Casello CSPT A14 | E    | 766     | 113     | 80      | 959    |
|      |                  | W    | 673     | 72      | 75      | 820    |
| C2   | SP n.19 Sud      | N    | 1.010   | 87      | 22      | 1.119  |
|      |                  | S    | 624     | 39      | 20      | 683    |
| C3   | SP n.19 Centro1  | N    | 864     | 85      | 22      | 971    |
|      |                  | S    | 581     | 38      | 19      | 638    |
| C4   | SP n.19 Centro2  | N    | 1.020   | 74      | 59      | 1.153  |
|      |                  | S    | 830     | 68      | 61      | 959    |
| C5   | SP n.19 Nord     | N    | 548     | 54      | 55      | 657    |
|      |                  | S    | 813     | 66      | 62      | 941    |
| C6   | SP n.31 Ovest    | E    | 464     | 55      | 33      | 552    |
|      |                  | W    | 440     | 58      | 26      | 524    |
| C7   | SP n.31 Centro   | E    | 387     | 50      | 29      | 466    |
|      |                  | W    | 423     | 54      | 25      | 502    |
| C8   | SP n.31 Est      | E    | 131     | 17      | 21      | 169    |
|      |                  | W    | 363     | 53      | 17      | 433    |
| C9   | SS n.9 Ovest     | E    | 732     | 48      | 23      | 803    |
|      |                  | W    | 605     | 35      | 24      | 664    |
| C10  | SS n.9 Est       | E    | 516     | 49      | 31      | 596    |
|      |                  | W    | 914     | 68      | 28      | 1.010  |

## **2.5 I parametri trasportistici per la rete stradale di riferimento nello scenario attuale**

L'impiego del modello di simulazione del traffico consente, a partire dai risultati dell'assegnazione della domanda di spostamento alla rete stradale, una valutazione dei principali parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete stessa, utilizzabili come indicatori per il confronto tra scenario attuale e gli scenari futuri.

Gli indicatori che sono stati assunti in questo caso per la valutazione sono:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri, che, oltre a rappresentare l'estensione della rete stessa, nel confronto tra alternative che comportano la realizzazione di diversi elementi stradali, descrive implicitamente, anche se in modo molto elementare, i costi di realizzazione oltre che il consumo di suolo.
- la quantità di "veicoli per chilometro", cioè la somma dei prodotti dell'estensione di ciascun elemento stradale per il numero di veicoli che lo percorrono nel tempo di riferimento (ora di punta), che rappresenta il numero di chilometri percorsi dai veicoli che circolano sulla rete e quindi è in stretta correlazione con la domanda servita ma anche con la tortuosità dei percorsi, con la quantità di energia impiegata e parallelamente con la quantità di inquinanti emessi;
- la quantità di "veicoli per tempo", cioè il "tempo di percorrenza totale" dato dalla somma dei prodotti del tempo necessario a percorrere ciascun elemento stradale per il numero di veicoli che lo percorrono nel tempo di riferimento (ora di punta), che rappresenta la quantità di tempo complessiva spesa dagli utenti per muoversi sulla rete soddisfacendo la domanda espressa; questo valore è relazionabile all'efficienza della rete dal punto di vista dell'utenza secondo il parametro tempo;
- il rapporto tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione  $I_c$  risulta inferiore allo 75, che possiamo considerare come la soglia di attenzione per la precongestione, oppure si avvicina o supera il valore 100, cioè, per lo scenario simulato e la fascia oraria considerata, si è vicini o si è entrati in situazione di congestione;
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

La Tabella che segue mostra i valori assunti dagli indicatori sintetici di valutazione nello scenario attuale, nell'ora di punta della mattina, ottenuti dalla relativa simulazione.

**Tab. 2.4 – Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario attuale - valori riferiti all'ora di punta della mattina**

| Parametri  | Unità di misura | Attuale |
|--|-----------------|---------|
| Lunghezza totale di rete attiva                        | km              | 102,89  |
| Percorrenza totale                                     | veicoli*km      | 33.620  |
| Tempo totale di viaggio                                | ore             | 602,62  |
| Percentuale di rete con $I_c > 100$                    | %               | 0,0%    |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$      | %               | 0,0%    |
| Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$               | %               | 0,8%    |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$ | %               | 2,5%    |
| Percentuale di rete con $I_c < 75$                     | %               | 99,2%   |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$       | %               | 97,5%   |
| Velocità media   | km/h            | 63,23   |

Occorre mettere in evidenza che il primo valore sta ad indicare la lunghezza complessiva della rete che è stata percorsa nell'assegnazione da almeno un veicolo. Da questo valore sono perciò esclusi tutti gli eventuali archi compresi nell'area di valutazione su cui non è stato assegnato alcun traffico. Pertanto, essa non corrisponde all'estesa chilometrica della rete considerata.

Ricordiamo che l'Indice di congestione  $I_c$  esprime il rapporto tra il numero di veicoli che transita nel periodo di riferimento, nel nostro caso l'ora di punta della mattina, e la capacità lineare della carreggiata stradale nel senso di marcia considerato; questo parametro non tiene dunque conto delle situazioni di congestione in prossimità delle intersezioni per i perditempo da queste prodotti, che verranno considerati in un successivo capitolo.

Questi valori verranno confrontati in un successivo paragrafo con quelli ottenuti per gli scenari futuri di progetto.

### 3 PREVISIONI URBANISTICHE E STIMA DEI FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI NELLO SCENARIO FUTURO

#### 3.1 Le previsioni urbanistiche per il Polo San Carlo assunte nello scenario futuro

Il Polo San Carlo rappresenta già un importante insediamento produttivo di ambito sovralocale con un'estensione attuale di quasi 225 ha già insediati e circa 87 ha di superficie potenzialmente insediabile.

Il Polo risulta essere infatti uno dei quattro siti identificati dal PUMS della Città metropolitana di Bologna all'interno dei quali sviluppare insediamenti logistici, con un grado di accessibilità già alto nello scenario attuale e destinato a migliorare sino a raggiungere l'ottimo nello scenario a regime previsto dal PUMS

Nel Polo si prevede, al momento, la realizzazione di sei nuovi insediamenti logistici:

- ASP.ANS1.1 Cà Bianca 5
- ASP.ANS2.2 Cà Bianca 6 - Lotti 1 e 2
- ASP.ANS2.1 Cà Bianca 7

in comune di Castel San Pietro Terme;

- ASP\_A5a San Paolo 1
- AN2.2 San Paolo 2

in comune di Castel Guelfo.

Oltre a questi sei ambiti nello Studio si è tenuto conto anche della già prevista espansione del comparto Arcese sempre in comune di Castel San Pietro Terme.

L'immagine che segue mostra la collocazione dei diversi comparti all'interno dell'area produttiva.

**Img. 3.1 - Collocazione dei nuovi comparti attuativi all'interno dell'area produttiva**



La tabella 3.1 mostra i principali dati insediativi e di carico urbanistico previsti dai progettisti per ciascun comparto.

**Tab. 3.1 - Principali dati di progetto dei nuovi comparti previsti nello scenario futuro**

| Comparto      | Ca Bianca 5 | Ca' Bianca 6 - Lotto1 | Ca' Bianca 6 - Lotto 2 | Ca Bianca 7 | San Paolo 1 | San Paolo 2 |
|---------------|-------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| ST            | 136.880     | 152.911               | 126.070                | 122.000     | 203.000     | 123.000     |
| SU            | 65.500      | 74.333                | 56.900                 | 60.000      | 70.000      | 60.000      |
| Addetti       | 90          | 220                   | 215                    | 100         | 100         | 90          |
| Turni         | 2           | 2/3                   | 3/3                    | 2           | 2           | 2           |
| Confer/Prelev | 92          | 180                   | 240                    | 100         | 100         | 90          |
| ore In-Out    | 5-23        | 5-24                  | 0-14                   | 5-23        | 5-23        | 5-23        |

Fonte: dati di progetto

Per quanto riguarda il comparto Arcese si prevede un aumento delle attività di logistica già presenti per ulteriori di 5.000 mq.

### 3.2 Stima dei flussi di traffico nello scenario futuro tendenziale

#### I parametri di calcolo per il carico Urbanistico

È necessario tuttavia tenere conto che ad eccezione del comparto Ca' Bianca 6 – lotto 2, per tutti gli altri comparti non si conosce la destinazione finale specifica, non essendo ancora individuabile l'utilizzatore finale.

Essendo le attività logistiche potenzialmente insediabili molto differenziate in termini di flussi veicolari indotti, in accordo con le finalità specifiche di questo Studio, che intendono verificare la capacità del sistema stradale attuale di supportare i nuovi insediamenti, prevedendo eventuali criticità, e in condivisione con il Servizio Pianificazione della mobilità della Città Metropolitana, è stato condotto un approfondimento di indagine sui parametri da utilizzare per la generazione dei flussi veicolari, sia leggeri che pesanti, dai comparti oggetto di analisi.

Tralasciando i casi estremi delle attività di logistica per la distribuzione intensiva delle merci altresì dette "piattaforme distributive" da un lato e le pure attività di deposito a medio lungo termine dall'altro, si è fatto riferimento ad una attività logistica articolata fondamentalmente nelle tre fasi: stoccaggio – conservazione – distribuzione che si traducono nelle tre attività lavorative principali di ricevimento, stoccaggio e spedizione.

Questa attività adotta nella maggior parte dei casi un **ciclo lavorativo che si svolge normalmente su due turni lavorativi di 8 ore (6.00-14,00/14,00-22.00)** e ha carattere **continuativo durante tutto l'arco dell'anno**. Le spedizioni/ricevimenti si svolgono **normalmente dalle ore 5.00 alle 23.00**.

Sulla base di queste considerazioni si è stabilito di verificare uno **scenario cautelativo** che portasse a un incremento, rispetto ai dati progettuali, dei parametri generativi del carico urbanistico in modo omogeneo tra i diversi comparti, salvo che per il Lotto 1 di Ca' Bianca 6 per il quale è già stato approvato il PUA con destinazione specifica a centro di distribuzione di un operatore commerciale.

**I parametri assunti in condivisione con i progettisti e i tecnici della Città metropolitana hanno riguardato il numero di addetti e di conferitori/prelevatori per unità di SU, assunti entrambi pari a 300**. La tabella 3.2 mostra, per ciascun comparto, i numeri di addetti e conf/prel indicati dai progettisti e quelli calcolati con i parametri cautelativi assunti.

**Tab. 3.2 - Il carico urbanistico dei nuovi comparti secondo i parametri proposti dai progetti e quelli dello scenario cautelativo assunto nello studio**

| PROGETTO               | SU     | Addetti | mq/add | Conf-prel | mq/conf-prel |
|------------------------|--------|---------|--------|-----------|--------------|
| Ca Bianca 5            | 65.500 | 90      | 728    | 92        | 712          |
| Ca' Bianca 6 - Lotto1  | 74.333 | 220     | 338    | 180       | 413          |
| Ca' Bianca 6 - Lotto 2 | 56.900 | 215     | 265    | 240       | 237          |
| Ca Bianca 7            | 60.000 | 100     | 600    | 100       | 600          |
| San Paolo 1            | 70.000 | 100     | 700    | 100       | 700          |
| San Paolo 2            | 60.000 | 90      | 667    | 90        | 667          |

| SCENARIO CAUTELATIVO   | SU     | Addetti | mq/add | Conf-prel | mq/conf-prel |
|------------------------|--------|---------|--------|-----------|--------------|
| Ca Bianca 5            | 65.500 | 218     | 300    | 218       | 300          |
| Ca' Bianca 6 - Lotto1  | 74.333 | 248     | 300    | 248       | 300          |
| Ca' Bianca 6 - Lotto 2 | 56.900 | 215     | 265    | 240       | 237          |
| Ca Bianca 7            | 60.000 | 200     | 300    | 200       | 300          |
| San Paolo 1            | 70.000 | 233     | 300    | 233       | 300          |
| San Paolo 2            | 60.000 | 200     | 300    | 200       | 300          |

Il carico urbanistico complessivo di tutti i comparti insediati nello scenario di progetto è stato così stimato, a partire dalle previsioni insediative in termini di superfici destinate ai diversi usi, in circa 2.650 unità/g contro i circa 1.600 indicati dai progettisti.

#### **La ripartizione modale per gli addetti**

Un'indagine condotta in preparazione del PUMS sugli addetti insediati attualmente nel Polo San Carlo, indirizzata tra le altre cose a verificare quali mezzi venissero utilizzati per recarsi al lavoro, ha prodotto i risultati mostrati nella tabella che segue.

**Tab. 3.3 - Mezzi di trasporto in uso quotidiano per recarsi al lavoro**

| Indagine addetti Polo Sal Carlo |     |       |
|---------------------------------|-----|-------|
| risposte totali                 | 263 |       |
| Auto come conducente            | 249 | 94,7% |
| Auto come passeggero            | 1   | 0,4%  |
| Auto + treno                    | 1   | 0,4%  |
| Autobus extraurbano             | 3   | 1,1%  |
| Car pooling                     | 4   | 1,5%  |
| Moto/Motociclo                  | 5   | 1,9%  |

Da questi risultati si vede come l'uso dell'auto come conducente sia nettamente prevalente arrivando a sfiorare il 95% dei casi, tutti gli altri mezzi svolgono un ruolo marginale.

Nello scenario futuro già gli accordi che verranno assunti tra attuatori dei comparti ed Enti pubblici prevedono la realizzazione di opere come il collegamento ciclabile tra la stazione di Castel San Pietro e ciascun comparto (si veda il paragrafo 2.2), o il contributo ad un servizio di navetta tra la stessa stazione e il polo produttivo, destinate a favorire l'impiego di mezzi alternativi all'auto.

Inoltre, lo stesso PUMS prevede il potenziamento del sistema di trasporto pubblico sia su ferro che su gomma anche a servizio del Polo San Carlo.

Tuttavia, cautelativamente, le verifiche prodotte in questo studio, sempre in condivisione con i progettisti e i tecnici della Città metropolitana, hanno mantenuto un uso dell'auto da parte degli addetti previsti nei nuovi comparti pari al 100%.

La tabella che segue mostra il confronto tra i flussi di traffico indotti complessivamente da tutti i nuovi comparti con i parametri dei progetti e quelli dello scenario cautelativo assunto nello studio, mantenendo l'auto come unico mezzo utilizzato per recarsi al lavoro da parte degli addetti.

**Tab. 3.4 - Confronto tra i flussi di traffico indotti complessivamente da tutti i nuovi comparti con i parametri dei progetti e quelli dello scenario cautelativo assunto nello studio**

#### Progetto

| Ore   | Leg In | Leg Out | Pes In | Pes Out | IN+OUT  |         |
|-------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
|       |        |         |        |         | Leggeri | Pesanti |
| 0-1   | 0      | 0       | 15     | 0       | 0       | 15      |
| 1-2   | 0      | 0       | 15     | 0       | 0       | 15      |
| 2-3   | 0      | 0       | 15     | 10      | 0       | 25      |
| 3-4   | 0      | 0       | 15     | 15      | 0       | 30      |
| 4-5   | 0      | 0       | 15     | 15      | 0       | 30      |
| 5-6   | 272    | 0       | 50     | 15      | 272     | 65      |
| 6-7   | 0      | 12      | 50     | 15      | 12      | 65      |
| 7-8   | 8      | 0       | 60     | 50      | 8       | 110     |
| 8-9   | 68     | 0       | 65     | 50      | 68      | 115     |
| 9-10  | 0      | 0       | 65     | 60      | 0       | 125     |
| 10-11 | 0      | 0       | 65     | 60      | 0       | 125     |
| 11-12 | 0      | 0       | 55     | 65      | 0       | 120     |
| 12-13 | 0      | 0       | 35     | 65      | 0       | 100     |
| 13-14 | 272    | 64      | 35     | 65      | 336     | 100     |
| 14-15 | 0      | 272     | 35     | 35      | 272     | 70      |
| 15-16 | 0      | 0       | 35     | 35      | 0       | 70      |
| 16-17 | 0      | 0       | 35     | 35      | 0       | 70      |
| 17-18 | 0      | 12      | 35     | 35      | 12      | 70      |
| 18-19 | 0      | 0       | 35     | 35      | 0       | 70      |
| 19-20 | 0      | 0       | 35     | 35      | 0       | 70      |
| 20-21 | 0      | 0       | 35     | 35      | 0       | 70      |
| 21-22 | 12     | 0       | 0      | 35      | 12      | 35      |
| 22-23 | 0      | 272     | 0      | 35      | 272     | 35      |
| 23-24 | 0      | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 24 h  | 632    | 632     | 802    | 802     | 1264    | 1604    |

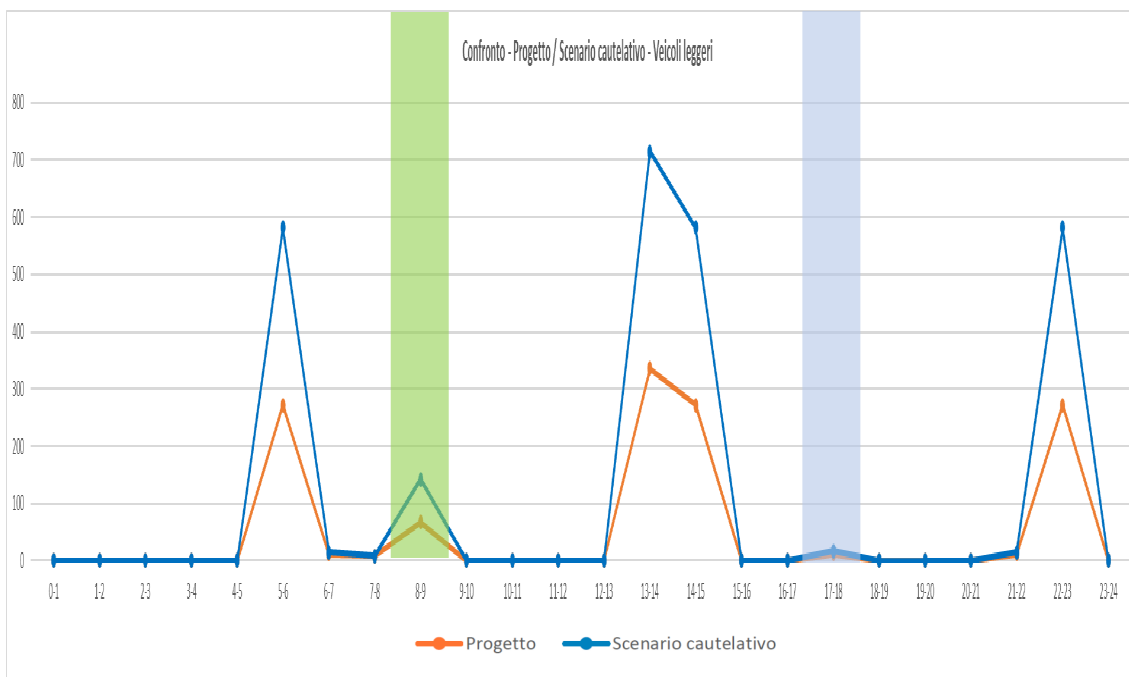
#### Scenario cautelativo

|       | Leg In | Leg Out | Pes In | Pes Out | IN+OUT  |         |
|-------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|
|       |        |         |        |         | Leggeri | Pesanti |
| 0-1   | 0      | 0       | 15     | 0       | 0       | 15      |
| 1-2   | 0      | 0       | 15     | 0       | 0       | 15      |
| 2-3   | 0      | 0       | 15     | 10      | 0       | 25      |
| 3-4   | 0      | 0       | 15     | 15      | 0       | 30      |
| 4-5   | 0      | 0       | 15     | 15      | 0       | 30      |
| 5-6   | 582    | 0       | 84     | 15      | 582     | 99      |
| 6-7   | 0      | 15      | 84     | 15      | 15      | 99      |
| 7-8   | 8      | 0       | 94     | 84      | 8       | 177     |
| 8-9   | 142    | 0       | 99     | 84      | 142     | 182     |
| 9-10  | 0      | 0       | 99     | 94      | 0       | 192     |
| 10-11 | 0      | 0       | 99     | 94      | 0       | 192     |
| 11-12 | 0      | 0       | 89     | 99      | 0       | 187     |
| 12-13 | 0      | 0       | 69     | 99      | 0       | 167     |
| 13-14 | 582    | 132,4   | 69     | 99      | 714     | 167     |
| 14-15 | 0      | 582     | 69     | 69      | 582     | 137     |
| 15-16 | 0      | 0       | 69     | 69      | 0       | 137     |
| 16-17 | 0      | 0       | 69     | 69      | 0       | 137     |
| 17-18 | 0      | 17,6    | 69     | 69      | 18      | 137     |
| 18-19 | 0      | 0       | 69     | 69      | 0       | 137     |
| 19-20 | 0      | 0       | 69     | 69      | 0       | 137     |
| 20-21 | 0      | 0       | 69     | 69      | 0       | 137     |
| 21-22 | 15     | 0       | 0      | 69      | 15      | 69      |
| 22-23 | 0      | 582     | 0      | 69      | 582     | 69      |
| 23-24 | 0      | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       |
| 24 h  | 1329   | 1329    | 1339   | 1339    | 2658    | 2679    |

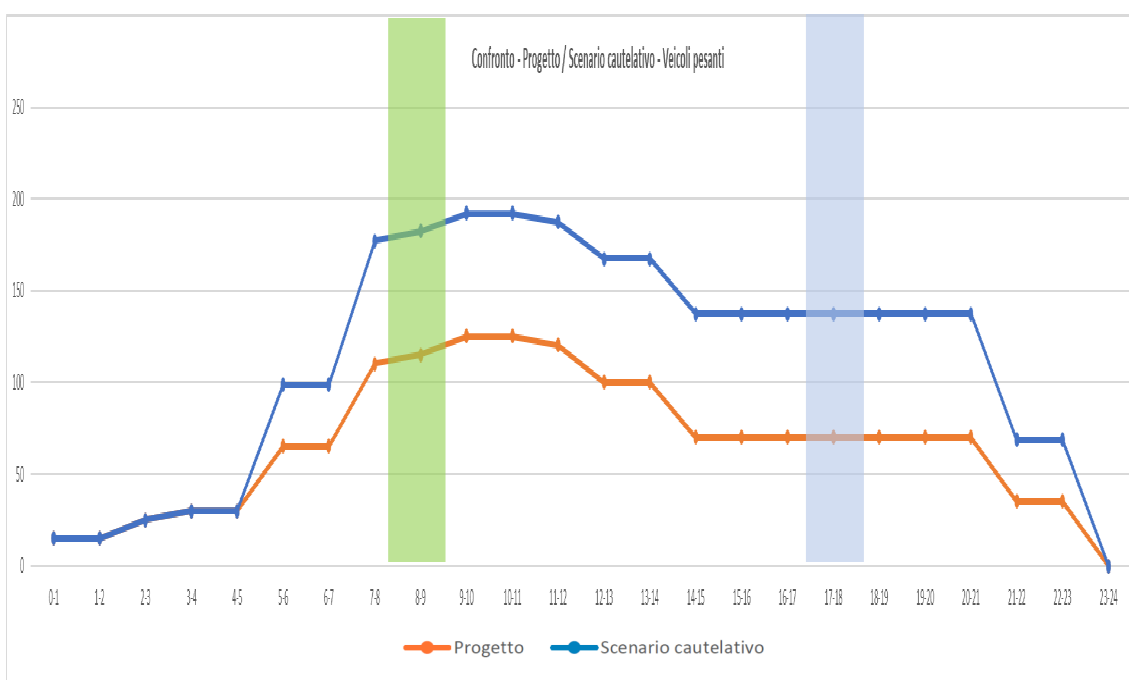
Lo scenario cautelativo prevede dunque un incremento giornaliero dei veicoli leggeri da 1.264 a 2.658 v/g (+110%) e dei veicoli pesanti da 1.604 a 2.679 (+67%).

I grafici che seguono mostrano rispettivamente per i veicoli leggeri e per i pesanti la distribuzione oraria stimata per i veicoli in ingresso e in uscita complessivamente da tutti i comparti

**Grf. 3.1 - Confronto tra i flussi di veicoli leggeri indotti complessivamente da tutti i nuovi comparti nelle diverse ore del giorno con i parametri dei progetti e quelli dello scenario cautelativo assunto nello studio**



**Grf. 3.2 - Confronto tra i flussi di veicoli pesanti indotti complessivamente da tutti i nuovi comparti nelle diverse ore del giorno con i parametri dei progetti e quelli dello scenario cautelativo assunto nello studio**



Come si può osservare, per i veicoli leggeri degli addetti si ha una polarizzazione degli arrivi e delle partenze concentrata in corrispondenza degli inizi/fine turno di lavoro. Solo una piccola parte di addetti, in particolare quelli occupate negli uffici, hanno ingressi in corrispondenza dell'ora di punta del mattino del sistema stradale.

Per i veicoli degli addetti in ingresso e in uscita l'ora di massima punta si colloca tra le 13 e le 14 con circa 700 v/h nello scenario cautelativo (sono circa 340 in quello di progetto). Tra le 8 e le 9 del mattino si hanno invece 142 v/h nello scenario cautelativo, con cui verranno effettuate le verifiche, e 68 nello scenario base.

Per i mezzi pesanti invece la curva oraria è maggiormente distribuita nell'arco del giorno, con una punta per lo scenario cautelativo di 192 v/h nella fascia oraria tra le 9 e le 11, non molto distante dai 180 v/h stimati tra le ore 8 e le 9. Nello scenario di progetto i valori relativi sono di 125 e 115 v/g.

I flussi generati e attratti dai comparti nello scenario futuro sono stati distribuiti sulla rete adottando la stessa direzionalità osservata per il Polo San Carlo all'interno del modello del PUMS della Città metropolitana di Bologna.

## 4 LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE IN ASSENZA DI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI AGGIUNTIVI

### 4.1 I flussi di traffico nello scenario futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi

La metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale negli scenari futuri è simile a quella utilizzata per la costruzione dello scenario attuale. Il modello di simulazione utilizzato per lo scenario futuro è quello elaborato per lo scenario attuale, modificato per tener conto degli interventi insediativi e delle loro connessioni con la rete attuale, e aggiornato con la nuova domanda di spostamenti.

Per la costruzione dello scenario futuro tendenziale sono stati utilizzati i seguenti elementi:

- la rete futura – viene utilizzata la rete dello scenario attuale, apportandovi le implementazioni che vedono la realizzazione della sola viabilità necessaria a connettere la viabilità interna ai comparti alla rete esistente;
- le matrici future di domanda – le matrici O/D della domanda di spostamenti assunte (leggeri e pesanti) sono quelle ottenute per lo scenario attuale, modificate in funzione della generazione dei veicoli prodotta dal nuovo carico urbanistico, relativo ai comparti Cà Bianca 5, Cà Bianca 6, Cà Bianca 7, San Paolo 1, San Paolo 2 e all'espansione prevista dal comparto Arcese.

I risultati ottenuti dal modello di assegnazione, per lo scenario futuro simulato, sono riportati nell'Immagine 4.1, per l'ora di punta della mattina e suddivisi per tipologia veicolare.

Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i mezzi leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di veicoli; le barre e i numeri di colore blu scuro rappresentano i mezzi pesanti.

L'immagine successiva mostra l'indice di congestione ricavato, nell'ora di punta della mattina, dal modello di assegnazione nello scenario futuro, rappresentando gli archi in congestione con barre dal colore più scuro.

La simulazione dello scenario futuro è stata svolta per l'ora di punta della mattina tra le 8 e le 9 che rappresenta l'ora di maggior carico sulla rete, anche se, come si è visto, questa non coincide con le fasce orarie di punta del traffico indotto dai nuovi insediamenti logistici.







La rete di differenza dei flussi totali per i due scenari di riferimento, futuro senza interventi infrastrutturali e attuale, mostra come nell'ora di punta della mattina ci sia un generale ma contenuto incremento dei flussi veicolari sulla maggior parte degli archi della rete, imputabile ai nuovi comparti insediati all'interno del polo San Carlo.

Gli incrementi nei flussi veicolari comportano nello scenario futuro, un modesto incremento del valore dell'indice di congestione, che su alcuni archi della rete in prossimità dell'intersezione tra la Via Emilia e la SP n.19, può raggiungere la soglia della congestione ( $I_c=100$ ). Il livello di servizio di questi archi stradali verrà approfondito successivamente con specifiche microsimulazioni.

La tabella che segue mostra i flussi di traffico stimati per ciascuna sezione di controllo nello scenario futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi.

**Tab. 4.1 – Valori di riferimento delle sezioni di controllo per lo scenario futuro senza interventi nel giorno feriali tra le ore 8 e le 9**

| Sez. | Strada           | Dir. | Ore 8-9 |         |         |        |
|------|------------------|------|---------|---------|---------|--------|
|      |                  |      | Auto    | Furgoni | Pesanti | Totali |
| C1   | Casello CSPT A14 | E    | 751     | 114     | 103     | 968    |
|      |                  | W    | 697     | 69      | 119     | 885    |
| C2   | SP n.19 Sud      | N    | 1.027   | 88      | 23      | 1.138  |
|      |                  | S    | 625     | 39      | 20      | 684    |
| C3   | SP n.19 Centro1  | N    | 881     | 86      | 23      | 990    |
|      |                  | S    | 582     | 38      | 19      | 639    |
| C4   | SP n.19 Centro2  | N    | 1.071   | 71      | 104     | 1.246  |
|      |                  | S    | 826     | 69      | 84      | 979    |
| C5   | SP n.19 Nord     | N    | 558     | 51      | 77      | 686    |
|      |                  | S    | 827     | 66      | 82      | 975    |
| C6   | SP n.31 Ovest    | E    | 516     | 56      | 79      | 651    |
|      |                  | W    | 433     | 58      | 74      | 565    |
| C7   | SP n.31 Centro   | E    | 437     | 50      | 68      | 555    |
|      |                  | W    | 418     | 54      | 65      | 537    |
| C8   | SP n.31 Est      | E    | 131     | 17      | 30      | 178    |
|      |                  | W    | 387     | 53      | 21      | 461    |
| C9   | SS n.9 Ovest     | E    | 732     | 48      | 23      | 803    |
|      |                  | W    | 619     | 35      | 24      | 678    |
| C10  | SS n.9 Est       | E    | 516     | 49      | 31      | 596    |
|      |                  | W    | 937     | 67      | 28      | 1.032  |

#### 4.2 I parametri trasportistici per la rete stradale di riferimento nello scenario futuro senza interventi infrastrutturali

Sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nello scenario futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi, nell'ora di punta della mattina, si è condotta la quantificazione dei principali parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento.

Questi parametri vengono utilizzati come indicatori per il confronto con lo scenario attuale, i cui valori sono stati riportati precedentemente, e per la valutazione degli effetti relativi.

Gli indicatori assunti per la valutazione sono quelli già descritti nel precedente paragrafo 2.5:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri;
- la quantità di veicoli per chilometro sulla rete di riferimento;
- la quantità di veicoli per tempo, cioè il tempo di percorrenza totale dei veicoli sulla rete;
- il rapporto in percentuale tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione  $I_c$  risulta inferiore o superiore a 75 (precongestione), oppure supera il valore 100 (congestione);
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario futuro senza interventi infrastrutturali sono riportati nella Tabella 4.2.

**Tab. 4.2 – Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario futuro senza interventi - valori riferiti all'ora di punta della mattina**

| Parametri  | Unità di misura | Futuro senza interventi |
|--|-----------------|-------------------------|
| Lunghezza totale di rete attiva                        | km              | 104,53                  |
| Percorrenza totale                                     | veicoli*km      | 35055                   |
| Tempo totale di viaggio                                | ore             | 641,71                  |
| Percentuale di rete con $I_c > 100$                    | %               | 0,3%                    |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$      | %               | 0,9%                    |
| Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$               | %               | 0,6%                    |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$ | %               | 1,8%                    |
| Percentuale di rete con $I_c < 75$                     | %               | 99,1%                   |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$       | %               | 97,3%                   |
| Velocità media   | km/h            | 61,72                   |

## 5 LO SCENARIO FUTURO DI TRAFFICO SULLA RETE STRADALE CON GLI INTERVENTI INFRASTRUTTURALI PREVISTI

### 5.1 *I flussi di traffico sulla rete stradale nello scenario futuro con gli interventi infrastrutturali aggiuntivi previsti*

Anche in questo caso la metodologia impiegata per giungere alla determinazione dei volumi di traffico sulla rete stradale in questo scenario è simile a quella utilizzata in precedenza.

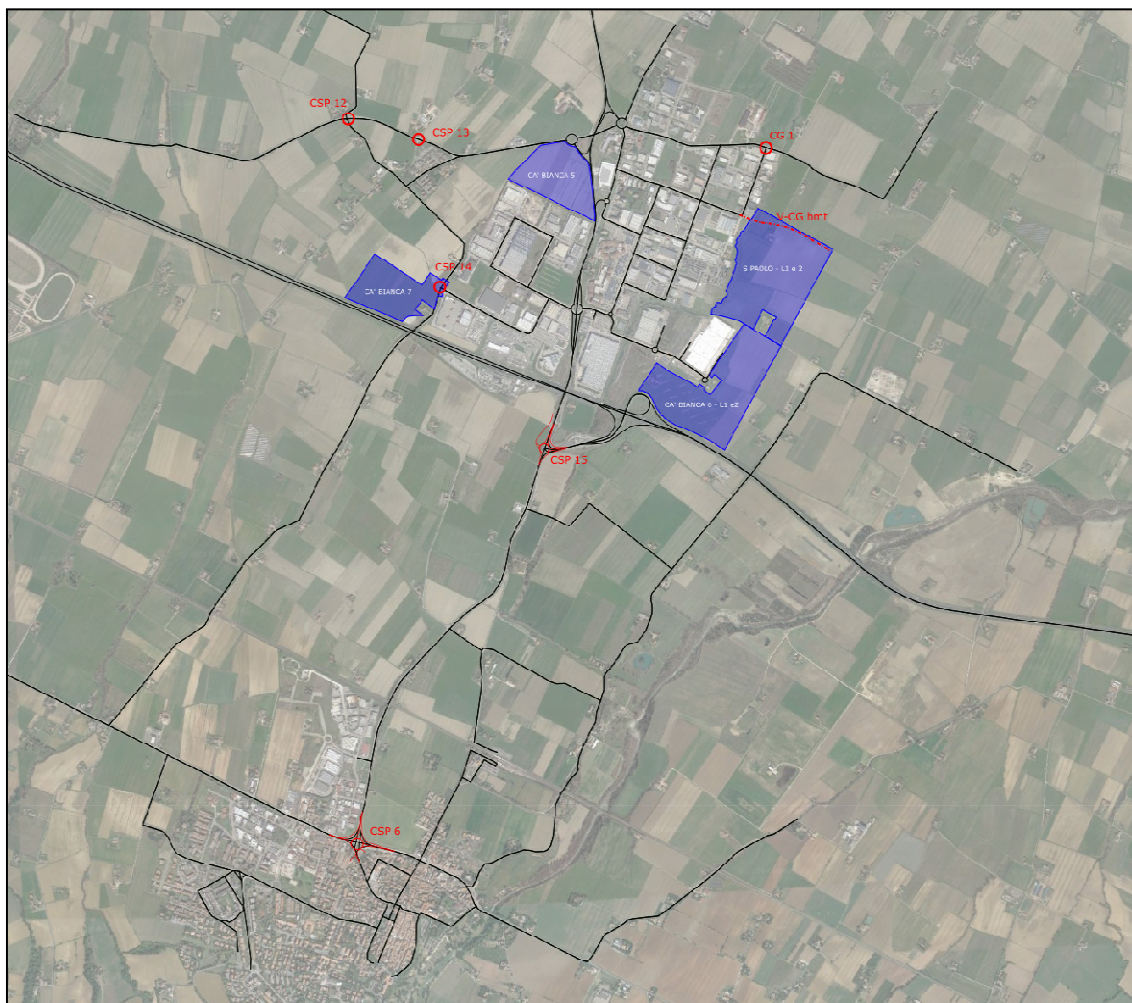
Il modello di simulazione utilizzato per lo scenario futuro con interventi infrastrutturali è quello elaborato per lo scenario futuro senza interventi modificato per tener conto di tutte le opere infrastrutturali di supporto previste dalle municipalità di Castel San Pietro Terme (POC vigente) e Castel Guelfo.

Per la costruzione dello scenario futuro complessivo sono stati utilizzati i seguenti elementi:

- la rete futura – viene utilizzata la rete dello scenario futuro senza interventi implementata con i seguenti interventi infrastrutturali:
  - Trasformazione dell'intersezione tra il collegamento al casello autostradale di Castel San Pietro Terme sulla A14 e la SP n.19 via San Carlo in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SS n.9 via Emilia Levante, via Cova e via Roma in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SP 31 via Stradelli Guelfi e via Legnana in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi e via Cartara in intersezione a rotatoria;
  - Trasformazione dell'intersezione tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi, e via dell'Industria in intersezione a rotatoria.
- le matrici future di domanda – le matrici O/D della domanda di spostamenti assunte (veicoli leggeri e pesanti) sono le medesime presentate per lo scenario futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi.

L'immagine che segue presenta una corografia del Polo San Carlo con evidenziato in colore rosso gli interventi infrastrutturali previsti e simulati nelle verifiche che seguono.

Img. 5.1 - Inquadramento degli interventi infrastrutturali aggiuntivi



I risultati ottenuti dal modello di assegnazione, per lo scenario futuro simulato, sono riportati nell'Immagine 5.2, per l'ora di punta della mattina e suddivisi per tipologia veicolare.

Le barre e i numeri di colore verde chiaro rappresentano i veicoli leggeri con spessore del tratto proporzionale al numero di auto, mentre le barre e i numeri di colore blu scuro i mezzi pesanti.

L'immagine successiva mostra l'indice di congestione ricavato, nell'ora di punta della mattina, dal modello di assegnazione nello scenario futuro complessivo, rappresentando gli archi in congestione con barre dal colore più scuro.

La simulazione dello scenario futuro è stata svolta anche in questo caso per l'ora di punta della mattina tra le 8 e le 9.

Img. 5.2 - Flussi di traffico nello scenario futuro con gli interventi infrastrutturali aggiuntivi – ora di punta della mattina 8-9



Img. 5.3 - Indice di congestione sugli archi della rete nello scenario futuro con gli interventi infrastrutturali aggiuntivi – ora di punta della mattina 8-9

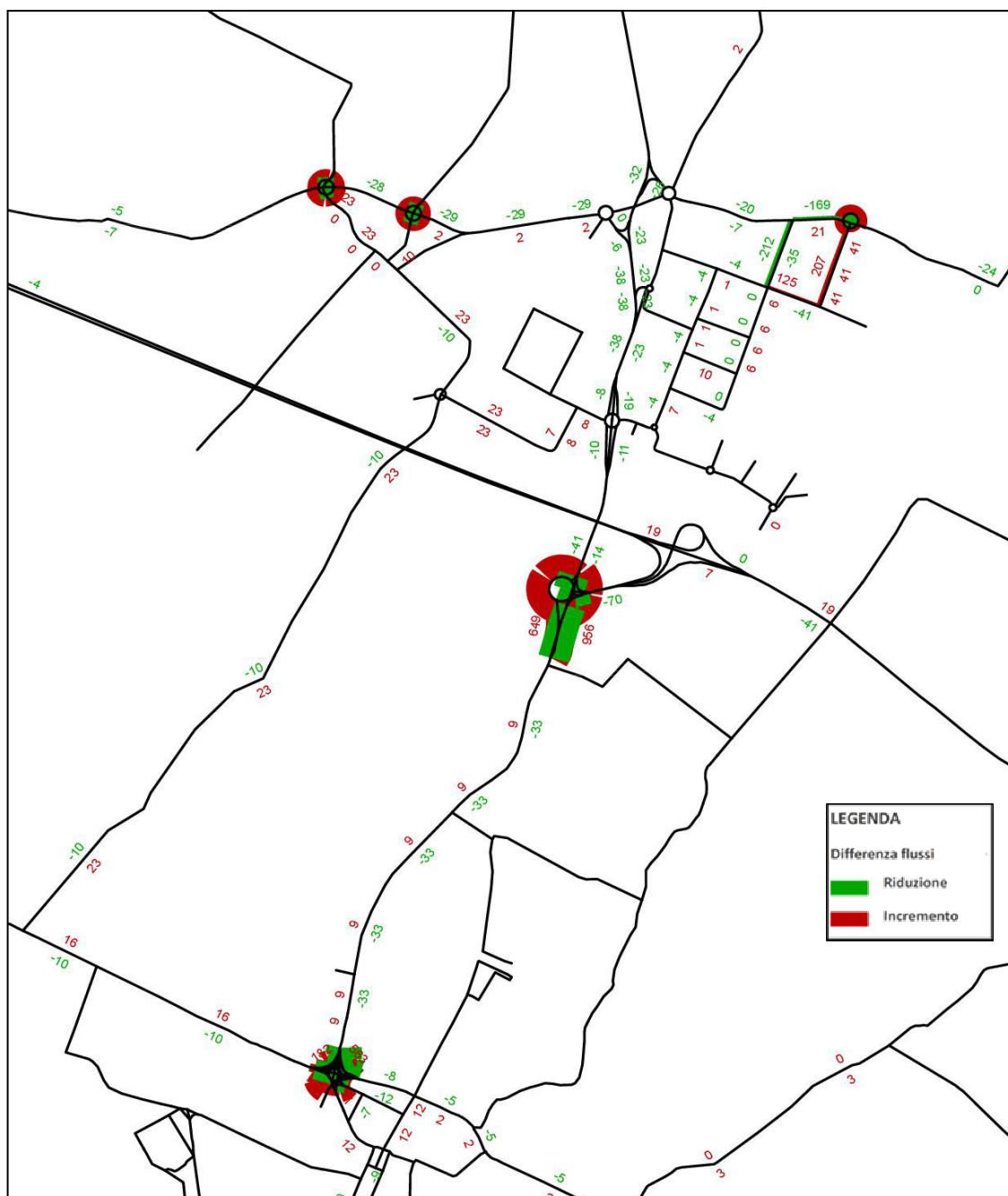


Rispetto allo scenario futuro senza interventi infrastrutturali, le uniche modifiche apportate in quest'ultimo scenario riguardano il grafo della rete, senza ulteriori modifiche al carico urbanistico insediato.

L'immagine che segue mostra il confronto tra i due scenari futuri simulati, con e senza gli interventi infrastrutturali, e consente di evidenziare visivamente l'effetto degli interventi sulla rete e gli eventuali cambi di itinerari da parte dei flussi veicolari.

In questa immagine in rosso sono riportati gli incrementi di traffico su archi esistenti o i flussi di traffico sui nuovi archi, mentre in verde sono riportati i flussi di traffico in riduzione rispetto allo scenario futuro senza interventi infrastrutturali-

**Img. 5.4 - Differenza tra i flussi di traffico tra gli scenari futuri con e senza interventi infrastrutturali aggiuntivi – ora di punta della mattina**



La tabella che segue mostra i flussi di traffico stimati per ciascuna sezione di controllo nello scenario futuro con gli interventi infrastrutturali aggiuntivi

**Tab. 5.1 – Valori di riferimento delle sezioni di controllo per lo scenario futuro con interventi infrastrutturali nel giorno feriale tra le ore 8 e le 9**

| Sez. | Strada           | Dir. | Ore 8-9 |         |         |        |
|------|------------------|------|---------|---------|---------|--------|
|      |                  |      | Auto    | Furgoni | Pesanti | Totali |
| C1   | Casello CSPT A14 | E    | 699     | 106     | 93      | 898    |
|      |                  | W    | 697     | 69      | 119     | 885    |
| C2   | SP n.19 Sud      | N    | 1.007   | 75      | 22      | 1.104  |
|      |                  | S    | 635     | 39      | 20      | 694    |
| C3   | SP n.19 Centro1  | N    | 861     | 73      | 22      | 956    |
|      |                  | S    | 592     | 38      | 19      | 649    |
| C4   | SP n.19 Centro2  | N    | 1.062   | 66      | 104     | 1.232  |
|      |                  | S    | 796     | 68      | 75      | 939    |
| C5   | SP n.19 Nord     | N    | 557     | 48      | 57      | 662    |
|      |                  | S    | 789     | 66      | 82      | 937    |
| C6   | SP n.31 Ovest    | E    | 509     | 55      | 79      | 643    |
|      |                  | W    | 424     | 58      | 78      | 560    |
| C7   | SP n.31 Centro   | E    | 438     | 50      | 68      | 556    |
|      |                  | W    | 408     | 54      | 46      | 508    |
| C8   | SP n.31 Est      | E    | 128     | 15      | 36      | 179    |
|      |                  | W    | 363     | 53      | 21      | 437    |
| C9   | SS n.9 Ovest     | E    | 722     | 48      | 23      | 793    |
|      |                  | W    | 633     | 38      | 24      | 695    |
| C10  | SS n.9 Est       | E    | 504     | 49      | 31      | 584    |
|      |                  | W    | 930     | 66      | 28      | 1.024  |

## 5.2 I parametri trasportistici per la rete stradale di riferimento nello scenario futuro con interventi infrastrutturali aggiuntivi

Sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nello scenario futuro di progetto completato con ulteriori proposte infrastrutturali, nell'ora di punta della mattina, si è condotta la quantificazione dei parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento, utilizzati come indicatori per il confronto con gli scenari attuale e futuro senza interventi, i cui valori sono stati riportati precedentemente, e per la valutazione degli effetti relativi.

Gli indicatori assunti per la valutazione sono quelli già descritti nel precedente paragrafo 2.5:

- la lunghezza della rete stradale di riferimento, espressa in chilometri;
- la quantità di veicoli per chilometro sulla rete di riferimento;
- la quantità di veicoli per tempo, cioè il tempo di percorrenza totale dei veicoli sulla rete;
- il rapporto in percentuale tra l'estensione dei tratti stradali, e il numero di veicoli che li percorrono, il cui Indice di congestione  $I_c$  risulta inferiore o superiore a 75 (precongestione), oppure supera il valore 100 (congestione);
- la velocità media tenuta dai veicoli sugli archi della rete di valutazione.

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario futuro di progetto con interventi infrastrutturali sono riportati nella Tabella 5.2.

**Tab. 5.2 – Principali indicatori di performance del traffico sulla rete di riferimento nello scenario futuro con interventi infrastrutturali - valori riferiti all'ora di punta della mattina**

| Parametri  | Unità di misura | Futuro con interventi |
|--|-----------------|-----------------------|
| Lunghezza totale di rete attiva                        | km              | 104,66                |
| Percorrenza totale                                     | veicoli*km      | 35.200                |
| Tempo totale di viaggio                                | ore             | 645,69                |
| Percentuale di rete con $I_c > 100$                    | %               | 0,0%                  |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c > 100$      | %               | 0,0%                  |
| Percentuale di rete con $75 < I_c < 100$               | %               | 1,0%                  |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < I_c < 100$ | %               | 3,1%                  |
| Percentuale di rete con $I_c < 75$                     | %               | 99,0%                 |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $I_c < 75$       | %               | 96,9%                 |
| Velocità media   | km/h            | 59,45                 |

## 6 CONFRONTO CON LO SCENARIO ATTUALE E VALUTAZIONE DEI PARAMETRI TRASPORTISTICI PER LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO NEGLI SCENARI FUTURI

Come si è visto nei paragrafi precedenti, attraverso l'uso del modello di simulazione del traffico, sulla base delle caratteristiche geometriche della rete e dei flussi di traffico assegnati nell'ora di punta della mattina, si è condotta la quantificazione dei principali parametri descrittivi delle condizioni di circolazione sulla rete di riferimento, utilizzabili come indicatori per il confronto tra gli scenari e per la valutazione degli effetti relativi.

I valori ottenuti per gli indicatori dalle simulazioni effettuate per lo scenario attuale, e per i due scenari futuri senza e con interventi infrastrutturali aggiuntivi sono riportati nella Tabella 6.1, mentre nella successiva Tabella 6.2 vengono riportate le variazioni percentuali degli indicatori e i relativi numeri indice, dove il valore dell'indicatore nello scenario attuale è stato posto uguale a 100.

Occorre ricordare che le valutazioni sono state eseguite sulla rete effettivamente utilizzata dai volumi assegnati all'interno dell'area di valutazione (porzione di rete con flussi non nulli), non considerando quindi nella formazione dei parametri i valori di rete (lunghezza e velocità media) corrispondenti agli archi con volume nullo.

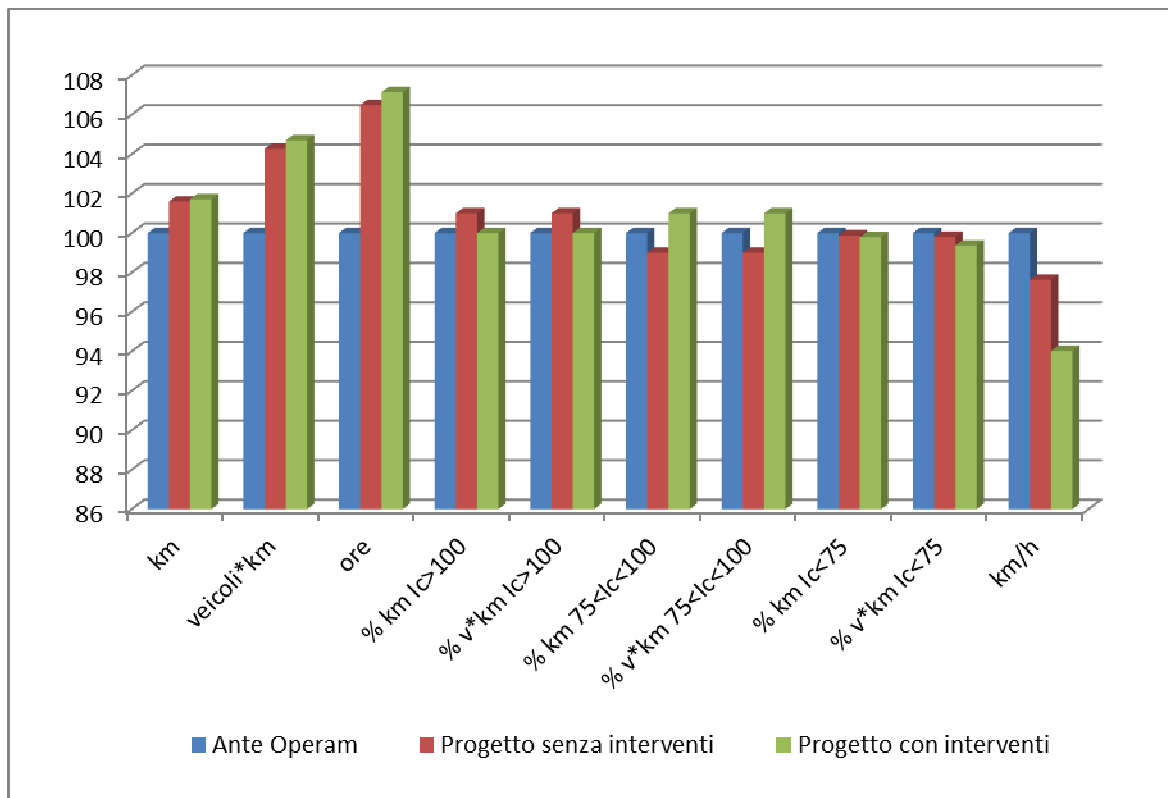
**Tab. 6.1 – Valori assoluti degli indicatori per la valutazione degli scenari futuri rispetto allo scenario attuale - valori riferiti all'ora di punta della mattina**

| Parametri  | Unità di misura | Scenario Attuale | Scenario Futuro senza interventi | Scenario Futuro con interventi |
|--|-----------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Lunghezza totale di rete attiva                        | km              | 102,89           | 104,53                           | 104,66                         |
| Percorrenza totale                                     | veicoli*km      | 33620            | 35055                            | 35200                          |
| Tempo totale di viaggio                                | ore             | 602,62           | 641,71                           | 645,69                         |
| Percentuale di rete con $l_c > 100$                    | %               | 0,0%             | 0,3%                             | 0,0%                           |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$      | %               | 0,0%             | 0,9%                             | 0,0%                           |
| Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$               | %               | 0,8%             | 0,6%                             | 1,0%                           |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$ | %               | 2,5%             | 1,8%                             | 3,1%                           |
| Percentuale di rete con $l_c < 75$                     | %               | 99,2%            | 99,1%                            | 99,0%                          |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c < 75$       | %               | 97,5%            | 97,3%                            | 96,9%                          |
| Velocità media   | km/h            | 63,23            | 61,72                            | 59,45                          |

**Tab. 6.2 – Variazioni degli indicatori tra lo scenario attuale, e futuro senza e con interventi infrastrutturali - Numeri indice dei valori degli indicatori (100 = scenario attuale)**

| Parametri  | Ora di punta della mattina 8-9 |                                  |                                |
|--|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|  | Scenario Attuale               | Scenario Futuro senza interventi | Scenario Futuro con intervento |
| Lunghezza totale di rete attiva                        | 100                            | 102                              | 102                            |
| Percorrenza totale                                     | 100                            | 104                              | 105                            |
| Tempo totale di viaggio                                | 100                            | 106                              | 107                            |
| Percentuale di rete con $l_c > 100$                    | 100                            | 101                              | 100                            |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $l_c > 100$      | 100                            | 101                              | 100                            |
| Percentuale di rete con $75 < l_c < 100$               | 100                            | 99                               | 101                            |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $75 < l_c < 100$ | 100                            | 99                               | 101                            |
| Percentuale di rete con $l_c < 75$                     | 100                            | 100                              | 99                             |
| Percentuale di veicoli*km su rete con $< 75$           | 100                            | 100                              | 99                             |
| Velocità media   | 100                            | 98                               | 94                             |

**Grf. 6.1 - Grafico dei numeri indice dei valori degli indicatori presentati in tabella 6.2 per gli scenari attuale e futuro senza e con interventi infrastrutturali**



Come si osserva dalla lettura dei dati su esposti, un primo confronto è tra lo scenario futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi e quello attuale, per l'ora di punta della mattina, che descrive gli effetti dell'incremento del carico urbanistico dovuto ai nuovi insediamenti previsti. Sulla rete stradale dell'area di studio, nel passaggio tra i due scenari, si ha un incremento del traffico dai circa 33.620 ai circa 35.055 chilometri percorsi (+4,3%), incremento dovuto sostanzialmente all'incremento dei flussi della matrice di domanda legati ai nuovi comparti insediati.

A fronte di questo incremento dei chilometri percorsi, si riscontra un incremento del tempo di viaggio sulla rete (+ 6,5%), da correlarsi prevalentemente all'incremento della domanda.

Gli interventi infrastrutturali previsti sono limitati ma necessari a garantire l'accessibilità dei comparti, in particolare Cà Bianca 5, Cà Bianca 7 e San Paolo 1 e 2.

Rispetto al fenomeno della congestione, nonostante l'incremento del traffico veicolare indotto, la rete rimane globalmente in uno stato di buon funzionamento, con il valore dell'indice di congestione che permane sostanzialmente, anche per lo scenario futuro senza interventi, a livelli inferiori alla soglia di precongessione, pari a 75.

Si riscontrano casi limitati di in cui alcuni archi si trovano in stato di precongessione o appena al di sopra della soglia di congestione, in particolare sulla SS n.9 in prossimità dell'intersezione con via Cova e via Roma, questi casi verranno esaminati in dettaglio con le successive microsimulazioni.

La velocità media sulla rete cala leggermente, passando da 63,2 Km/h a 61,7 Km/h con una flessione del (-2,4%).

Il secondo confronto è svolto tra lo scenario futuro in cui risultano attuati gli interventi infrastrutturali previsti e lo scenario futuro senza questi interventi.

Nell'ora di punta del mattino sulla rete stradale dell'area di studio, nel passaggio tra i due scenari, si ha un modesto incremento del traffico dai circa 35.055 ai circa 35.200 chilometri percorsi (+0,4%), incremento non dovuto a nuovi carichi insediativi, ma a un riassetto degli itinerari percorsi come effetto dell'implementazione degli interventi infrastrutturali.

A fronte di questo incremento dei chilometri percorsi, si riscontra un incremento del tempo di viaggio sulla rete (+ 0,6%).

In termini di congestione alla macroscale i nuovi interventi infrastrutturali non modificano sostanzialmente le condizioni di circolazione sugli archi della rete, che permane in uno stato di buon funzionamento, con l'indice di congestione che globalmente rimane inferiore a 75, soglia della precongessione. Alcuni superamenti del limite di precongessione indicati in prossimità di alcune intersezioni segnalano la necessità di un approfondimento con più adeguati strumenti di microsimulazione.

La velocità media sulla rete cala ancora leggermente passando da 61,7 Km/h a 59,5 Km/h.

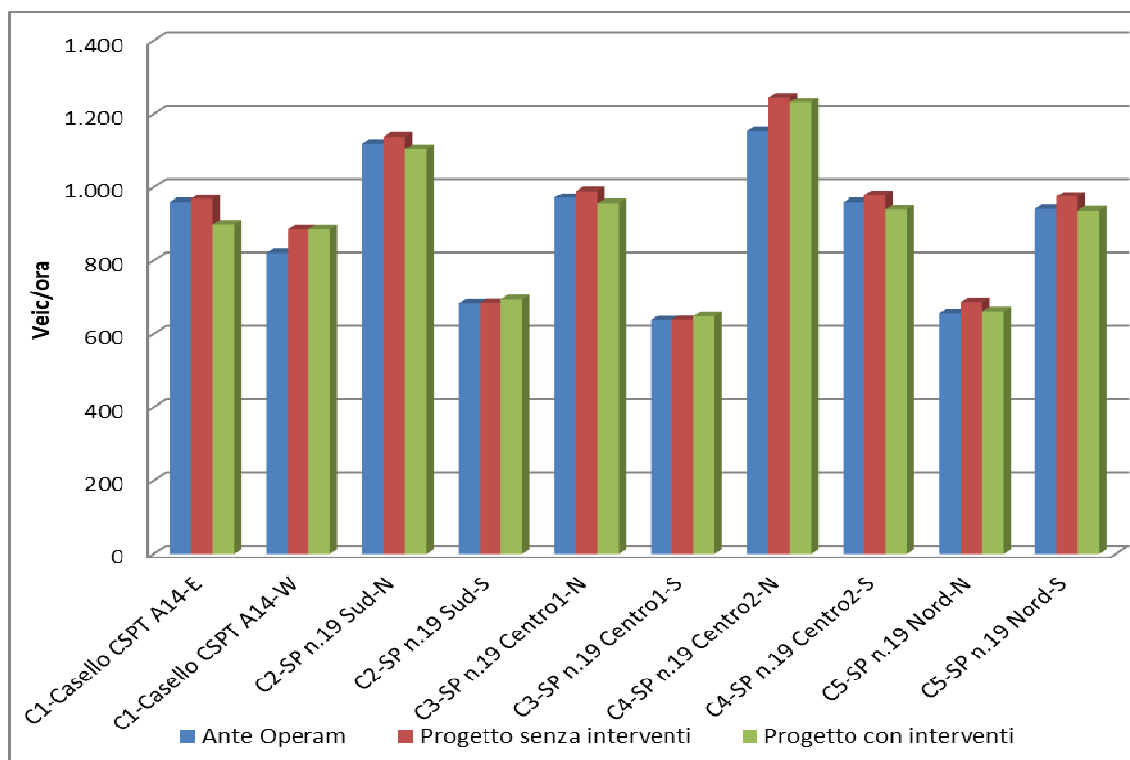
Nella tabella che segue vengono mostrati i valori dei flussi veicolari sulle sezioni di controllo negli scenari attuale e futuri senza e con interventi infrastrutturali, per l'ora di punta della mattina.

I grafici successivi presentano il confronto tra i flussi veicolari sulle sezioni di controllo prese in considerazione nei tre scenari di riferimento.

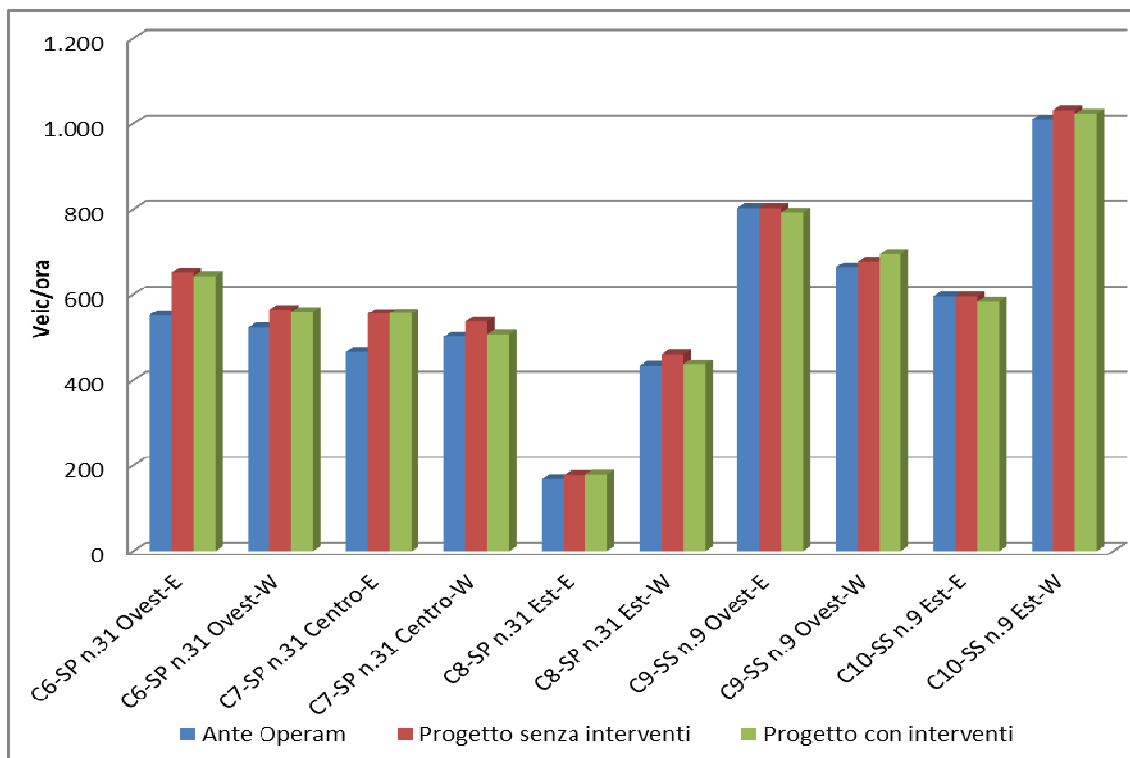
**Tab. 6.3 – Flussi veicolari sulle sezioni di controllo nello scenario attuale e futuro senza interventi infrastrutturali (veicoli totali nell'ora di punta della mattina)**

| Sez. | Strada           | Dir. | Attuale |         |       | Futuro senza interventi |         |       | Futuro con interventi |         |       |
|------|------------------|------|---------|---------|-------|-------------------------|---------|-------|-----------------------|---------|-------|
|      |                  |      | Leggeri | Pesanti | Tot   | Leggeri                 | Pesanti | Tot   | Leggeri               | Pesanti | Tot   |
| C1   | Casello CSPT A14 | E    | 879     | 80      | 959   | 865                     | 103     | 968   | 805                   | 93      | 898   |
|      |                  | W    | 745     | 75      | 820   | 766                     | 119     | 885   | 766                   | 119     | 885   |
| C2   | SP n.19 Sud      | N    | 1.097   | 22      | 1.119 | 1.115                   | 23      | 1.138 | 1.082                 | 22      | 1.104 |
|      |                  | S    | 663     | 20      | 683   | 664                     | 20      | 684   | 674                   | 20      | 694   |
| C3   | SP n.19 Centro1  | N    | 949     | 22      | 971   | 967                     | 23      | 990   | 934                   | 22      | 956   |
|      |                  | S    | 619     | 19      | 638   | 620                     | 19      | 639   | 630                   | 19      | 649   |
| C4   | SP n.19 Centro2  | N    | 1.094   | 59      | 1.153 | 1.142                   | 104     | 1.246 | 1.128                 | 104     | 1.232 |
|      |                  | S    | 898     | 61      | 959   | 895                     | 84      | 979   | 864                   | 75      | 939   |
| C5   | SP n.19 Nord     | N    | 602     | 55      | 657   | 609                     | 77      | 686   | 605                   | 57      | 662   |
|      |                  | S    | 879     | 62      | 941   | 893                     | 82      | 975   | 855                   | 82      | 937   |
| C6   | SP n.31 Ovest    | E    | 519     | 33      | 552   | 572                     | 79      | 651   | 564                   | 79      | 643   |
|      |                  | W    | 498     | 26      | 524   | 491                     | 74      | 565   | 482                   | 78      | 560   |
| C7   | SP n.31 Centro   | E    | 437     | 29      | 466   | 487                     | 68      | 555   | 488                   | 68      | 556   |
|      |                  | W    | 477     | 25      | 502   | 472                     | 65      | 537   | 462                   | 46      | 508   |
| C8   | SP n.31 Est      | E    | 148     | 21      | 169   | 148                     | 30      | 178   | 143                   | 36      | 179   |
|      |                  | W    | 416     | 17      | 433   | 440                     | 21      | 461   | 416                   | 21      | 437   |
| C9   | SS n.9 Ovest     | E    | 780     | 23      | 803   | 780                     | 23      | 803   | 770                   | 23      | 793   |
|      |                  | W    | 640     | 24      | 664   | 654                     | 24      | 678   | 671                   | 24      | 695   |
| C10  | SS n.9 Est       | E    | 565     | 31      | 596   | 565                     | 31      | 596   | 553                   | 31      | 584   |
|      |                  | W    | 982     | 28      | 1.010 | 1.004                   | 28      | 1.032 | 996                   | 28      | 1.024 |

**Grf. 6.2 - Confronto dei flussi veicolari sulle sezioni di controllo (C1-C5) nei tre scenari, attuale e futuro senza e con interventi (veicoli totali)**



**Grf. 6.3 - Confronto dei flussi veicolari sulle sezioni di controllo (C6-C10) nei tre scenari, Attuale e futuro senza e con interventi (veicoli totali)**



Un'analisi di maggior dettaglio sugli effetti che potranno comportare le proposte insediative nei diversi scenari di riferimento si ottiene dal confronto dei flussi veicolari totali presso le sezioni di controllo individuate sulla rete.

Il primo confronto è tra lo scenario attuale e lo scenario futuro senza interventi infrastrutturali, il quale va ad attuare tutte le proposte insediative prese in considerazione e situate all'interno del Polo San Carlo.

L'insediamento delle nuove attività logistiche comporta un generale aumento dei flussi veicolari sulla maggior parte delle sezioni di controllo, in particolare i maggiori incrementi si osservano presso le sezioni sulla SP n.31 Stradelli Guelfi.

La variazione percentuale per le diverse sezioni e direzioni di marcia va da un minimo di zero sino ad un massimo del 19% circa.

Le sezioni che risentono maggiormente dei flussi indotti dai nuovi comparti sono la sezione C6 sulla SP n.31, che vede un incremento del +18% in direzione est (circa 100 v/h in più) e del +8% in direzione ovest (circa 40 v/h), analogamente la sezione C7, sempre sulla SP n.31, presenta un aumento del +19% in direzione est (circa 90 v/h in più) e +7% in direzione ovest (circa 40 v/h).

I flussi sul casello autostradale di Castel San Pietro Terme, sezione C1, presentano un aumento del +8% in uscita dall'autostrada (circa 65 v/h in più), con flussi veicolari diretti ai nuovi comparti, mentre in ingresso si osserva un +1% circa.

I flussi sulla sezione C4 della SP n.19, la San Carlo subito a nord del casello autostradale, presentano un aumento ancora del +8% in direzione nord (circa 93 v/h in più), mentre in direzione sud si osserva un +2%.

Come si è già visto nell'esame dell'indice di congestione di rete questi incrementi non modificano significativamente lo stato della rete che rimane sostanzialmente buono, con circa il 99% della rete al di sotto della soglia di precongessione e quindi con ancora riserva di capacità, tenendo conto che il valore si riferisce all'ora di punta del mattino.

Il secondo confronto mira a valutare gli effetti dell'implementazioni delle opere infrastrutturali aggiuntive previste a supporto del Polo San Carlo, rispetto allo scenario futuro senza interventi.

In questo secondo caso gli effetti sulla rete, non essendo previsti incrementi della domanda, si manifestano in un eventuale riassetto nella scelta degli itinerari dei veicoli sulla rete.

In prossimità delle sezioni di controllo si ha un aumento contenuto dei flussi veicolari; per la sezione C9 sulla SS. n.9 con un incremento del +2,5% in direzione ovest e -1,2% in direzione est; incrementi minori si riscontrano sulla SP n.19 presso la sezione C3 in direzione sud (+1,6%) mentre in direzione nord si osserva una diminuzione (-3,4%).

Per tutte le restanti sezioni della rete si osservano delle diminuzioni contenute dei flussi veicolari, comprese tra il -7% e il -1%.

Si può concludere che l'attuazione delle proposte insediative presentate nello scenario futuro insieme all'implementazione delle opere infrastrutturali previste, pur comportando un generale aumento dei flussi veicolari sulla rete, che tuttavia mantiene una buona riserva di capacità, può essere considerata sostenibile e tale da non comportare significati fenomeni di peggioramento delle condizioni di circolazione sulla rete, nonostante le assunzioni cautelative adottate nello studio.

## 7 LA VERIFICA DELL'EFFICIENZA DELLE INTERSEZIONI E IL CONFRONTO TRA GLI SCENARI DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda gli effetti di scala locale, che riguardano il funzionamento dell'assetto viabilistico nello scenario futuro, è stata eseguita la valutazione delle seguenti intersezioni:

- Intersezione A: Casello Autostrada A14 Castel San Pietro Terme – SP n.19 via San Carlo;
- Intersezione B: SS n.9 via Emilia – via Cova – via Roma – via Giuseppe Mazzini;
- Intersezione C: SP n.31 via Stradelli Guelfi – SP n.19 via San Carlo;
- Intersezione D: SP n.19 via San Carlo – via San Carlo – SP n.31 via Stradelli Guelfi

Img. 7.1 - Le intersezioni oggetto di verifica



Gli interventi infrastrutturali nello scenario futuro riguardano anche altre intersezioni oltre le quattro che verranno prese in esame, in particolare le altre rotatorie previste sulla SP n. 31 Colunga. Tuttavia, si è ritenuto di non sottoporre queste intersezioni ad esame con microsimulazione in quanto, pur non disponendo di un progetto, si può supporre che queste avranno caratteristiche geometriche simili alle due rotatorie C e D già realizzate sulla provinciale, ma con flussi di traffico certamente inferiori come emerge dai flussogrammi alla macroscale.

Per le quattro intersezioni prima elencate le analisi sono state svolte sia per la configurazione presente nello scenario attuale che per la nuova configurazione proposta nello scenario futuro con interventi infrastrutturali, e sviluppate mediante macrosimulazioni.

La verifica delle intersezioni è stata svolta in riferimento allo scenario futuro con interventi, in quanto contestualmente all'attuazione dei comparti logistici analizzati verranno attuate anche le opere infrastrutturali complementari, che fanno parte di questo scenario.

La verifica di ciascuna intersezione è stata effettuata attraverso il programma di microsimulazione dinamica Vissim della PTV System; questo software è in grado di tener conto, oltre che dell'effettiva geometria dell'intersezione e delle diverse tipologie di veicoli, anche del comportamento dei conducenti che si influenzano reciprocamente, adeguandone le traiettorie e le velocità di marcia, da buone garanzie per una soddisfacente rappresentazione del fenomeno reale della circolazione nell'intersezione.

Attraverso il modello di microsimulazione, sulla base della geometria dell'intersezione, dei flussi di traffico afferenti e della descrizione delle manovre di svolte, si ottengono i principali parametri trasportistici che caratterizzano l'intersezione, utili per verificare la performance del progetto dell'intersezione e metterle a confronto fra i vari scenari di riferimento.

I parametri utilizzati per la valutazione tecnico-trasportistica degli scenari in esame nel presente studio, ottenuti direttamente come output dal modello di simulazione, sono i seguenti.

- *Numero di veicoli defluiti (n. Veic)*

Questo numero indica il numero di veicoli defluiti da una sezione di controllo assunta come riferimento per le valutazioni. Il parametro, che in sé ha valore in quanto permette di definire un rapporto tra domanda e offerta in uno scenario, fornisce un parametro di confronto tra due scenari alternativi in quanto permette di stabilire la migliore o peggiore attitudine dello scenario al deflusso reale, e non teorico.

- *Tempo di percorrenza (TdP)*

È il tempo reale impiegato da ogni veicolo per percorrere il tragitto assegnatogli e misurato in sezioni di rilievo collocate sugli itinerari.

- *Tempo di ritardo in secondi (Ritardo)*

Questo parametro fornisce il ritardo totale per ogni veicolo che completa la sezione del tempo di percorrenza, sottraendo il tempo di percorrenza teorico dal tempo di percorrenza reale. Il tempo di percorrenza teorico è il tempo che verrebbe impiegato se nella rete non ci fossero altri veicoli.

- *Lunghezza media e massima della coda in metri (LCode)*

L'importanza di questo parametro è duplice, prima di tutto perché aiuta nella calibrazione del modello di simulazione dello scenario attuale (la massima coda ottenuta per ogni intersezione deve essere per lo meno simile a quella che realmente si forma), e poi perché in fase di simulazione degli scenari di progetto permette di individuare i punti critici sulla

rete per quel che riguarda la regolarità del deflusso veicolare e quindi di studiare gli interventi di ottimizzazione.

- *Tempo di ritardo in coda in secondi (tTotRitCoda)*

Questo parametro fornisce, per intervalli di tempo stabiliti, il tempo medio e massimo di attesa in coda dei veicoli che attraversano le sezioni di controllo. Minore è questo valore, maggiore è la capacità di deflusso dell'intersezione sulla rete senza attese in coda. Il confronto dei parametri relativi a due scenari alternativi fornisce la possibilità di individuare quello con maggiore permeabilità al passaggio dei veicoli.

Inoltre, dal tempo di ritardo si ottiene il Livello di Servizio (LOS) dell'intersezione quantificato secondo la definizione dell'HCM per intersezioni semaforizzate e non semaforizzate.

Bisogna ricordare che il Livello di Servizio (LOS) descrive sinteticamente la qualità della percorrenza dello specifico ramo dell'intersezione con sei livelli espressi dalle lettere da A - situazione migliore - alla E - situazione peggiore -, mentre con la lettera F è identificato un ultimo livello di servizio, più scadente, caratterizzato da flussi di traffico che si muovono a singhiozzo (congestione).

Le tabelle seguenti sintetizzano i valori di riferimento con la separazione dei livelli di servizio per l'intersezione non semaforizzata e per quella controllata da semaforo.

**Tab. 7.1 -- Livello di servizio per intersezioni non semaforizzate (HCM 2010)**

| Livello di servizio | Ritardo medio tot (sec/veic) |
|---------------------|------------------------------|
| A                   | < 10                         |
| B                   | >10 e <15                    |
| C                   | >15 e < 25                   |
| D                   | > 25 e < 35                  |
| E                   | > 35 e < 50                  |
| F                   | > 50                         |

**Tab. 7.2 -- Livello di servizio per intersezioni semaforizzate (HCM 2010)**

| Livello di servizio | Ritardo medio tot (sec/veic) |
|---------------------|------------------------------|
| A                   | < 10                         |
| B                   | >10 e <20                    |
| C                   | >20 e < 35                   |
| D                   | > 35 e < 55                  |
| E                   | > 55 e < 80                  |
| F                   | > 80                         |

In tutti gli scenari oggetto di verifica, attuale e di progetto, le verifiche sono state condotte nella stessa fascia oraria in cui è stata svolta la macro-simulazione, ovvero per l'ora di punta della mattina, che sulla rete si osserva tra le 8 e le 9 del giorno feriali.

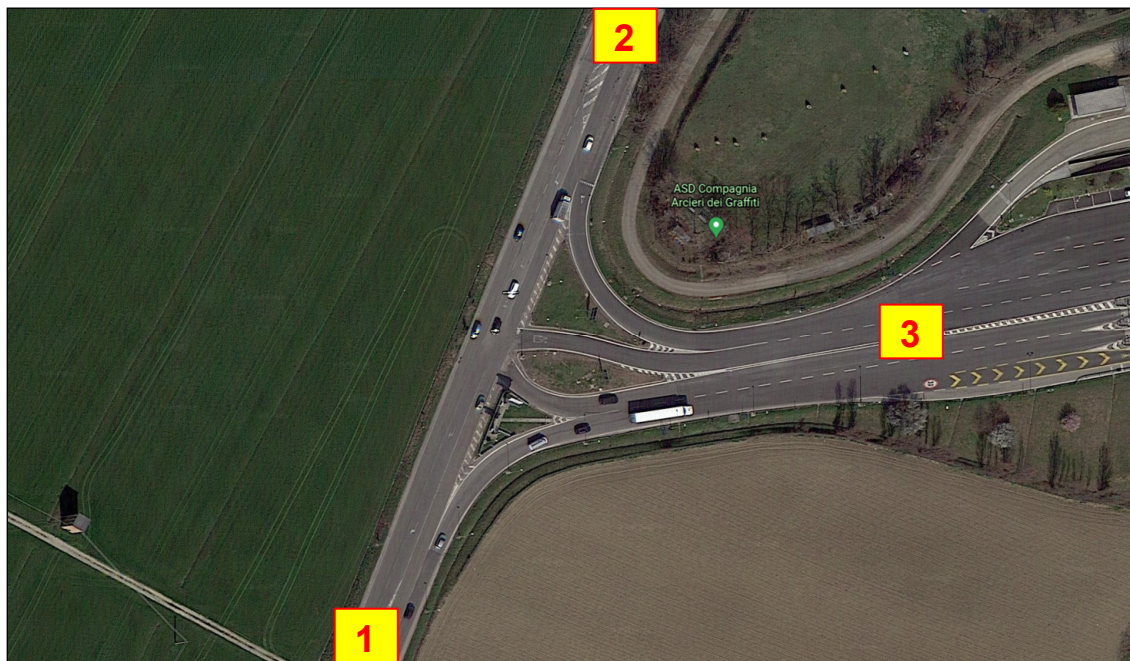
I risultati presentati sono frutto della media calcolata su dieci simulazioni.

### 7.1 L'intersezione A tra il Casello A14 Castel San Pietro Terme e la SP n.19 via San Carlo

L'intersezione a raso tra il Casello A14 di Castel San Pietro Terme e la SP n.19 via San Carlo nello scenario attuale presenta una configurazione a corsie di canalizzazione governata da stop e obblighi di precedenza, nella quale i rami di via San Carlo Sono dotati di una corsia di accumulo per la svolta a sinistra in Autostrada (provenienza Nord), e di due corsie di immissione per le manovre di uscita dall'Autostrada sia in direzione Nord che Sud.

La carreggiata di via San Carlo presenta una larghezza di circa 7,5 m e banchina laterale su ambedue i lati, mentre in prossimità dell'intersezione la carreggiata subisce un allargamento per via delle corsie di accumulo e immissione, precedentemente menzionate, portando la carreggiata a raggiungere una larghezza massima di circa 17 m. Il ramo proveniente dal casello autostradale invece è caratterizzato da due corsie da circa 5,5 m di larghezza, in entrata e in uscita, che aumentano approssimandosi al casello.

Img. 7.2 - Configurazione dell'intersezione A tra il Casello A14 Castel San Pietro Terme e la SP n.19 via San Carlo nello scenario attuale



Di seguito si riporta l'intersezione ricostruita all'interno del modello di microsimulazione.

Img. 7.3 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione A nello scenario attuale



Nelle tabelle successive sono mostrati i risultati ottenuti dalla simulazione per i rami dell'intersezione nello scenario attuale riferito all'ora di punta del mattino del giorno feriale.

Tab. 7.1 – Intersezione A - Scenario attuale – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)

|                            | Origine               | Destinazione   | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS          |
|----------------------------|-----------------------|----------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------------|
| 1                          | San Carlo Sud         | Autostrada     | 389      | 16      | 0,4         | 6388     | 172      | LOS A        |
|                            | San Carlo Sud         | San Carlo Nord | 583      | 23      | 1,1         | 13671    | 644      | LOS A        |
|                            | <b>San Carlo Sud</b>  |                | 972      |         |             | 20.060   | 816      |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 20,6     | 0,8      | LOS A        |
| 2                          | San Carlo Nord        | Autostrada     | 616      | 29      | 11,7        | 17843    | 7179     | LOS B        |
|                            | San Carlo Nord        | San Carlo Sud  | 378      | 24      | 2,4         | 9180     | 889      | LOS A        |
|                            | <b>San Carlo Nord</b> |                | 994      |         |             | 27.023   | 8.068    |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 27,2     | 8,1      | LOS A        |
| 3                          | Autostrada            | San Carlo Sud  | 256      | 70      | 69,2        | 18008    | 17718    | LOS F        |
|                            | Autostrada            | San Carlo Nord | 587      | 16      | 14,2        | 9513     | 8333     | LOS B        |
|                            | <b>Autostrada</b>     |                | 843      |         |             | 27.520   | 26.052   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 32,6     | 30,9     | LOS D        |
| <b>Totale intersezione</b> |                       |                | 2809     |         |             | 74.603   | 34.936   |              |
| Media intersezione         |                       |                |          |         |             | 26,6     | 12,4     | <b>LOS B</b> |

**Tab. 7.2 – Intersezione A - Scenario attuale – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|   | n. Veic        | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |      |       |
|---|----------------|-----------------|--------------|-----------|------|-------|
|   |                | Medio           | Medio * veic | Med       | Max  |       |
| 1 | San Carlo Sud  | 972             | 0,8          | 816,0     | 0,9  | 54,8  |
| 2 | San Carlo Nord | 994             | 8,1          | 8068,5    | 14,2 | 231,1 |
| 3 | Autostrada     | 843             | 30,9         | 26052,0   | 77,5 | 233,3 |
|   | <b>tot</b>     | 2809            |              | 34936,4   |      |       |
|   | <b>media</b>   |                 | 13,3         | 12,4      | 30,9 | 173,1 |

L'intersezione risulta interessata da un volume complessivo di circa 2.809 v/h, con una percentuale di veicoli pesanti pari al 6%, e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 12,4 secondi, il quale rientra nel livello di servizio LOS B che garantisce quindi dei buoni standard di funzionamento.

Nello specifico si riscontra per i due rami di via San Carlo un livello di servizio pari a LOS A, con il ramo proveniente da Nord che presenta ritardi leggermente più alti. Per il ramo proveniente dal casello invece la situazione che si delinea è ben differente, con un livello di servizio pari a LOS D. Tale condizione scaturisce dalla configurazione dell'intersezione e in particolare dalla manovra di svolta a sinistra che i veicoli sono chiamati a compiere per dirigersi sulla via San Carlo (direzione Sud) uscendo dall'autostrada. La svolta a sinistra, già di per sé penalizzata, risulta ancora più limitata per via dei flussi di traffico che transitano su via San Carlo avendo la precedenza, e che quindi giustificano i circa 31 secondi di ritardo medi sul ramo proveniente dal casello.

Complessivamente, nonostante gli evidenti problemi di deflusso e accodamento presenti sul ramo del casello e i considerevoli volumi veicolari che interessano l'intersezione, si riscontra un livello di servizio complessivo ancora accettabile con un LOS B.

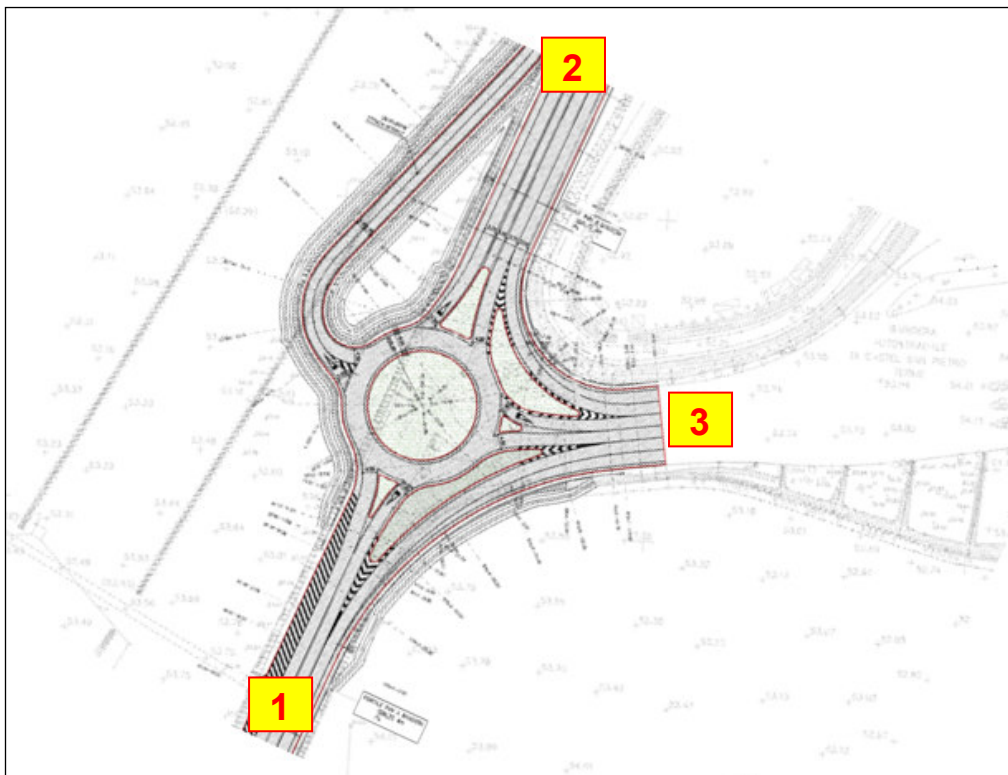
Nell'ora simulata la lunghezza media della coda sui rami dell'intersezione è di circa 31 metri, mentre quella massima raggiunge sui rami di via San Carlo Nord e del casello circa 230 metri. Questi risultati confermano per la situazione attuale non solo le grandi difficoltà di deflusso presenti all'uscita dell'autostrada in quest'ora di punta del mattino, ma anche fenomeni di accodamento non trascurabili su via San Carlo (provenienza Nord).

Lo scenario di progetto prevede per l'intersezione tra Casello A14 Castel San Pietro Terme e via San Carlo una nuova configurazione geometrica a rotatoria, alla quale è stato aggiunto un quarto braccio di collegamento con una strada locale.

La nuova rotatoria presenta le seguenti caratteristiche: un diametro esterno di 50 m, una corona giratoria di 6 m a doppia corsia e bracci della rotatoria con attestamento a singola corsia. Sono previste inoltre due corsie di by-pass che permettono il collegamento diretto tra il ramo del Casello e via San Carlo.

L'immagine che segue rappresenta la configurazione di progetto per la nuova intersezione a rotatoria.

**Img. 7.4 - Configurazione a rotatoria dell'intersezione A tra il Casello A14 Castel San Pietro Terme e la SP n.19 via San Carlo nello scenario di progetto**



La figura che segue mostra l'intersezione a rotatoria ricostruita all'interno del modello di microsimulazione.

**Img. 7.5 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione A con configurazione a rotatoria nello scenario di progetto**



I risultati ottenuti dalla microsimulazione per lo scenario di progetto sono riportati nelle tabelle seguenti.

**Tab. 7.3 – Intersezione A - Scenario di progetto – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)**

|                            | Origine               | Destinazione   | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS          |
|----------------------------|-----------------------|----------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------------|
| 1                          | San Carlo Sud         | Autostrada     | 351      | 10,2    | 0,2         | 3596     | 75,7     | LOS A        |
|                            | San Carlo Sud         | San Carlo Nord | 595      | 24,1    | 7,1         | 14359    | 4203,0   | LOS A        |
|                            | <b>San Carlo Sud</b>  |                | 946      |         |             | 17.955   | 4278,7   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 19,0     | 4,5      | LOS A        |
| 2                          | San Carlo Nord        | Autostrada     | 612      | 29,9    | 10,2        | 18304    | 6249,4   | LOS B        |
|                            | San Carlo Nord        | San Carlo Sud  | 387      | 23,8    | 7,3         | 9216     | 2832,1   | LOS A        |
|                            | <b>San Carlo Nord</b> |                | 999      |         |             | 27.520   | 9081,5   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 27,5     | 9,1      | LOS A        |
| 3                          | Autostrada            | San Carlo Sud  | 252      | 25,4    | 11,3        | 6403     | 2838,2   | LOS B        |
|                            | Autostrada            | San Carlo Nord | 644      | 16,3    | 3,0         | 10524    | 1954,1   | LOS A        |
|                            | <b>Autostrada</b>     |                | 896      |         |             | 16.927   | 4792,2   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 18,9     | 5,3      | LOS A        |
| <b>Totale intersezione</b> |                       |                | 2841     |         |             | 62.403   | 18152,4  |              |
| Media intersezione         |                       |                |          |         |             | 22,0     | 6,4      | <b>LOS A</b> |

**Tab. 7.4 – Intersezione A - Scenario di progetto – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|               | n. Veic        | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |         |
|---------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|-------|---------|
|               |                | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |         |
| 1             | San Carlo Sud  | 946             | 4,5          | 4278,7    | 1,705 | 73,511  |
| 2             | San Carlo Nord | 999             | 9,1          | 9081,5    | 8,616 | 240,521 |
| 3             | Autostrada     | 896             | 5,3          | 4792,2    | 2,424 | 70,883  |
| <b>Totale</b> |                | 2841            |              | 18152,4   |       |         |
| <b>Media</b>  |                |                 | 6,3          | 6,4       | 4,248 | 128,305 |

Nello scenario futuro di progetto si stima che la domanda di traffico sulla rotatoria, nel periodo analizzato dell'ora di punta, rimanga sostanzialmente invariata con un incremento complessivo di circa l'1% rispetto a quella dello scenario attuale.

Dai risultati della microsimulazione la nuova configurazione a rotatoria mostra un miglioramento del tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli nello scenario futuro, passando dai circa 12 sec ai 6 sec, con il livello di servizio dell'intersezione che da LOS B passa a LOS A.

La nuova configurazione a rotatoria, che introduce l'obbligo di dare precedenza all'anello, comporta notevoli miglioramenti delle prestazioni sul ramo del Casello, mentre sui rami di Via San Carlo si segnala un leggero peggioramento delle performance che tuttavia non risulta eccessivamente penalizzante.

In termini di lunghezza delle code riscontrate sui singoli rami, i valori medi si mantengono al di sotto dei 10 m, mentre i valori massimi registrano un netto taglio sul ramo del Casello, con una lunghezza di circa 71 m.

In accordo con i valori delle code, sul ramo del Casello si ottiene una netta riduzione del ritardo medio che si attesta intorno ai 5 sec.

Oltre allo scenario di progetto, così come previsto nell'ambito dell'allargamento alla quarta corsia della A14, è stata simulata anche una variante allo stesso con l'intento di apportare ulteriori miglioramenti in termini di performance dell'intersezione.

La variante in questione prevede di inserire sulla rotatoria, per i rami di via San Carlo, un attestamento a doppia corsia. Sul versante Sud la lunghezza della doppia corsia è vincolata da fattori geometrici, ovvero dalla presenza della corsia di by-pass per il Casello, mentre a Nord il vincolo è di tipo altimetrico poiché la stessa Via San Carlo presenta un cavalcavia. Di conseguenza la lunghezza della doppia corsia è stata impostata sul versante Sud pari a circa 28 m e sul versante Nord pari a 77 m.

Di seguito si riporta una figura in cui viene rappresentata l'intersezione ricostruita all'interno del modello di microsimulazione PTV Vissim.

**Img. 7.6 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione A con configurazione a rotatoria nello scenario di variante con doppio attestamento sui rami della San Carlo**



I risultati ottenuti dalla microsimulazione per lo scenario di variante sono riportati nelle tabelle seguenti.

**Tab. 7.5 – Intersezione A - Scenario di variante al progetto – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)**

|                            | Origine               | Destinazione   | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS          |
|----------------------------|-----------------------|----------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------------|
| 1                          | San Carlo Sud         | Autostrada     | 351      | 10,2    | 0,2         | 3596     | 74,2     | LOS A        |
|                            | San Carlo Sud         | San Carlo Nord | 597      | 30,4    | 13,6        | 18167    | 8121,0   | LOS B        |
|                            | <b>San Carlo Sud</b>  |                | 948      |         |             | 21.763   | 8195,2   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 23,0     | 8,6      | LOS A        |
| 2                          | San Carlo Nord        | Autostrada     | 611      | 25,0    | 4,6         | 15291    | 2809,0   | LOS A        |
|                            | San Carlo Nord        | San Carlo Sud  | 386      | 20,7    | 3,4         | 8003     | 1317,6   | LOS A        |
|                            | <b>San Carlo Nord</b> |                | 997      |         |             | 23.294   | 4126,6   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 23,4     | 4,1      | LOS A        |
| 3                          | Autostrada            | San Carlo Sud  | 252      | 23,4    | 9,2         | 5898     | 2326,4   | LOS A        |
|                            | Autostrada            | San Carlo Nord | 645      | 16,2    | 2,9         | 10459    | 1876,0   | LOS A        |
|                            | <b>Autostrada</b>     |                | 897      |         |             | 16.357   | 4202,4   |              |
|                            | Media ramo            |                |          |         |             | 18,2     | 4,7      | LOS A        |
| <b>Totale intersezione</b> |                       |                | 2842     |         |             | 61.414   | 16524,2  |              |
| Media intersezione         |                       |                |          |         |             | 21,6     | 5,8      | <b>LOS A</b> |

**Tab. 7.6 – Intersezione A - Scenario di variante al progetto – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|               | n. Veic        | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |        |
|---------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|-------|--------|
|               |                | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |        |
| 1             | San Carlo Sud  | 948             | 8,6          | 8195,2    | 5,557 | 91,088 |
| 2             | San Carlo Nord | 997             | 4,1          | 4126,6    | 0,514 | 24,239 |
| 3             | Autostrada     | 897             | 4,7          | 4202,4    | 1,583 | 54,438 |
| <b>Totale</b> |                | 2842            |              | 16524,2   |       |        |
| <b>Media</b>  |                |                 | 5,8          | 5,8       | 2,551 | 56,589 |

Dai risultati della microsimulazione la nuova configurazione a rotatoria, con doppio attestamento sui rami di via San Carlo, si riscontra un ulteriore leggero miglioramento del tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli nello scenario futuro, portandolo a circa 5,8 sec, con il livello di servizio dell'intersezione che rimane invariato, ovvero LOS A.

La nuova configurazione, introdotta per favorire l'inserimento in rotatoria con conseguente riduzione delle code e dei tempi su via San Carlo, produce un netto miglioramento rispetto alla soluzione di progetto esclusivamente sul versante Nord. Sul versante opposto invece non si ottengono miglioramenti in quanto l'aumento del tasso veicolare in rotatoria proveniente da Nord tende a rallentare l'ingresso da Sud, nonostante questo sia dotato di doppio attestamento. In questo scenario rispetto a quello di progetto si riscontrano, infatti, sul ramo

Nord di Via San Carlo valori massimi di accodamento pari a circa 24 m e tempi di ritardo medi di circa 4 sec; mentre sul ramo Sud si ha un leggero innalzamento dei tempi di ritardo e degli accodamenti massimi, rispettivamente pari a 8,6 sec e 91 m.

In questa configurazione vengono riconfermati i miglioramenti per il ramo del Casello rispetto all'attuale.

## **7.2 L'intersezione B a raso tra la SS n.9 via Emilia, via Cova, via Roma e via Giuseppe Mazzini**

L'intersezione a raso nello scenario attuale presenta una configurazione con corsie di canalizzazione, governata da un impianto semaforico a ciclo fisso (200 sec) e obblighi di precedenza.

I quattro rami principali di via Emilia, via Cova e via Roma sono dotati di by-pass per le svolte a destra e corsie di accumulo inglobate nella carreggiata per le svolte a sinistra.

La carreggiata della via Emilia, infrastruttura principale, presenta una larghezza di circa 8 m, priva di banchina laterale su ambedue i lati, salvo poi allargarsi in prossimità dell'intersezione per via delle corsie di accumulo per la svolta a sinistra, raggiungendo i circa 20 metri di larghezza. La carreggiata di via Cova presenta una larghezza pari a circa 12 m e doppia corsia da 3 m ciascuna sul ramo di accesso alla via Emilia, mentre via Roma e via Mazzini presentano rispettivamente una carreggiata di 7 e 6 m.

**Img. 7.7 - Configurazione dell'intersezione B a raso tra la SS n.9 via Emilia, via Cova, via Roma e via Giuseppe Mazzini nello scenario attuale**



Nell'immagine che segue si riporta la schematizzazione dell'impianto semaforico a ciclo fisso che comanda l'intersezione B nello scenario attuale.

**Img. 7.8 - Schematizzazione delle fasi dell'impianto semaforico dell'intersezione B nello scenario attuale**

| SEMAFORO VIA EMILIA VIA ROMA                   |                              |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    | 6                  |     |        |
|--|------------------------------|--------------------------------------|---|---|----|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|--------------------|-----|--------|
|  |                              | <i>Fasi e tempi di funzionamento</i> |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| <i>GRUPPI LANTERNE VEICOLARI E PEDONALI</i>    | <i>Gruppo</i>                | 0                                    | 1 | 2 | 3  | 4 | 5 | 6  | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14                 |     |        |
| VIA EMILIA                                     | Gruppo 1                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| VIA EMILIA SVOLTA SN                           | Gruppo 2                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| VIA COVA                                       | Gruppo 3                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| VIA ROMA LATO VIA EMILIA                       | Gruppo 4                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| VIA COLOMBARINA                                | Gruppo 5                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| VIA ROMA LATO CENTRO                           | Gruppo 6                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| VIA MAZZINI                                    | Gruppo 5                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| ATTR. PEDONALE VIA EMILIA LATO IMOLA           | Gruppo 4                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| ATTR. PEDONALE VIA EMILIA LATO BOLOGNA         | Gruppo 3                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| ATTR. PEDONALE VIA COVA, VIA ROMA              | Gruppo 1                     |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| <i>Fasce orarie</i>                            | <i>Modo</i>                  | <i>Tempi in secondi</i>              |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    | <i>Tempo ciclo</i> |     |        |
| Orario funzionamento: 6.30-22.30               | Modo 0                       | 70                                   | 5 | 1 | 30 | 5 | 1 | 39 | 5 | 1 | 20 | 4  | 1  | 13 | 4  | 1                  | 200 |        |
|  | Modo 1                       |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
|  | Modo 2                       |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| <i>Funzionamento settimanale ciclo normale</i> |                              |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| <i>Orario estivo</i>                           | <i>Orario invernale</i>      |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| Orario di accensione: 6.30                     | Orario di accensione: 6.30   |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| Orario di spegnimento: 22.30                   | Orario di spegnimento: 22.30 |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     |        |
| Nota.....:                                     |                              |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     | Rosso  |
|  |                              |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     | Giallo |
|  |                              |                                      |   |   |    |   |   |    |   |   |    |    |    |    |    |                    |     | Verde  |

Di seguito si riporta una figura in cui viene rappresentata l'intersezione ricostruita all'interno del modello di microsimulazione.

**Img. 7.9 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione B nello scenario attuale**



Nelle tabelle successive sono mostrati i risultati ottenuti dalla simulazione per i rami dell'intersezione nello scenario attuale riferito all'ora di punta del mattino del giorno feriale.

**Tab. 7.7 – Intersezione B - Scenario attuale – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)**

|                            | Origine                 | Destinazione     | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS     |       |
|----------------------------|-------------------------|------------------|----------|---------|-------------|----------|----------|---------|-------|
| 1                          | Via Emilia Ovest        | Via Cova         | 221      | 99,8    | 95,8        | 22058    | 21181,3  | LOS F   |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Emilia Est   | 366      | 79,2    | 73,6        | 28987    | 26950,1  | LOS E   |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Roma         | 161      | 35,5    | 35,4        | 5711     | 5700,6   | LOS D   |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Colombarina  | 40       | 36,8    | 36,3        | 1472     | 1453,5   | LOS D   |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Mazzini      | 15       | 75,6    | 69,0        | 1133     | 1034,4   | LOS E   |       |
|                            | <b>Via Emilia Ovest</b> |                  |          | 803     |             |          | 59.361   | 56319,9 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 73,9     | 70,1    | LOS E |
| 2                          | Via Cova                | Via Emilia Ovest | 188      | 34,4    | 41,4        | 6463     | 7791,2   | LOS D   |       |
|                            | Via Cova                | Via Emilia Est   | 188      | 135,3   | 138,7       | 25441    | 26081,5  | LOS F   |       |
|                            | Via Cova                | Via Roma         | 262      | 135,9   | 140,1       | 35614    | 36715,8  | LOS F   |       |
|                            | Via Cova                | Via Colombarina  | 23       | 136,7   | 143,2       | 3145     | 3292,7   | LOS F   |       |
|                            | Via Cova                | Via Mazzini      | 20       | 188,4   | 190,0       | 3768     | 3800,0   | LOS F   |       |
|                            | <b>Via Cova</b>         |                  |          | 681     |             |          | 74.432   | 77681,3 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 109,3    | 114,1   | LOS F |
| 3                          | Via Emilia Est          | Via Emilia Ovest | 408      | 72,9    | 56,2        | 29759    | 22939,1  | LOS E   |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Cova         | 573      | 25,7    | 11,3        | 14748    | 6457,9   | LOS B   |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Roma         | 28       | 92,1    | 76,0        | 2578     | 2126,7   | LOS E   |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Colombarina  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -       |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Mazzini      | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -       |       |
|                            | <b>Via Emilia Est</b>   |                  |          | 1009    |             |          | 47.084   | 31523,6 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 46,7     | 31,2    | LOS C |
| 4                          | Via Roma                | Via Emilia Ovest | 69       | 148,6   | 161,2       | 10255    | 11123,1  | LOS F   |       |
|                            | Via Roma                | Via Cova         | 315      | 144,1   | 157,1       | 45389    | 49478,2  | LOS F   |       |
|                            | Via Roma                | Via Emilia Est   | 28       | 108,0   | 127,0       | 3025     | 3555,4   | LOS F   |       |
|                            | Via Roma                | Via Colombarina  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -       |       |
|                            | Via Roma                | Via Mazzini      | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -       |       |
|                            | <b>Via Roma</b>         |                  |          | 412     |             |          | 58.669   | 64156,7 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 142,4    | 155,7   | LOS F |
| 5                          | Via Mazzini             | Via Emilia Est   | 12       | 28,1    | 8,7         | 337,0    | 104,0    | LOS A   |       |
|                            | Via Mazzini             | Via Emilia Ovest | 10       | 129,5   | 106,8       | 1294,7   | 1067,9   | LOS F   |       |
|                            | <b>Via Mazzini</b>      |                  |          | 22      |             |          | 1.632    | 1172,0  |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 74,2     | 53,3    | LOS D |
| <b>Totale intersezione</b> |                         |                  | 2927     |         |             | 241.177  | 230853,5 |         |       |
| Media intersezione         |                         |                  |          |         |             | 82,4     | 78,9     | LOS E   |       |

**Tab. 7.8 – Intersezione B - Scenario attuale – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|   | n. Veic          | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |         |         |
|---|------------------|-----------------|--------------|-----------|---------|---------|
|   |                  | Medio           | Medio * veic | Med       | Max     |         |
| 1 | Via Emilia Ovest | 803             | 70,1         | 56319,9   | 93,427  | 354,786 |
| 2 | Via Cova         | 681             | 114,1        | 77681,3   | 102,949 | 225,517 |
| 3 | Via Emilia Est   | 1009            | 31,2         | 31523,6   | 53,486  | 320,723 |
| 4 | Via Roma         | 412             | 155,7        | 64156,7   | 62,255  | 207,881 |
| 5 | Via Mazzini      | 22              | 53,3         | 1172,0    | 0,526   | 11,731  |
|   | <b>Totale</b>    | 2927            |              | 230853,5  |         |         |
|   | <b>Media</b>     |                 | 84,9         | 78,9      | 62,529  | 224,128 |

L'intersezione risulta interessata da un volume complessivo di circa 2.927 v/h, con una percentuale di veicoli pesanti pari quasi al 3%, e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 79 secondi, il che comporta un livello di servizio LOS E, indicativo di una situazione di deflusso instabile caratterizzato da evidente congestione.

Nello specifico si riscontra per i due rami della via Emilia un LOS C per il ramo Est e LOS E per il ramo Ovest, con quest'ultimo che presenta un ritardo medio più che raddoppiato. Per il ramo di Via Mazzini invece si ha un LOS D, mentre ancora più critica risulta la situazione per i rami di via Roma in primis e di via Cova, entrambi con un LOS F, che evidenzia un grave livello di congestione. Tale condizione è da ricondurre sostanzialmente, oltre che al grande numero di veicoli transitanti nell'intersezione, alla costruzione della fasatura dell'impianto semaforico, il quale rappresenta il principale gestore delle diverse correnti veicolari.

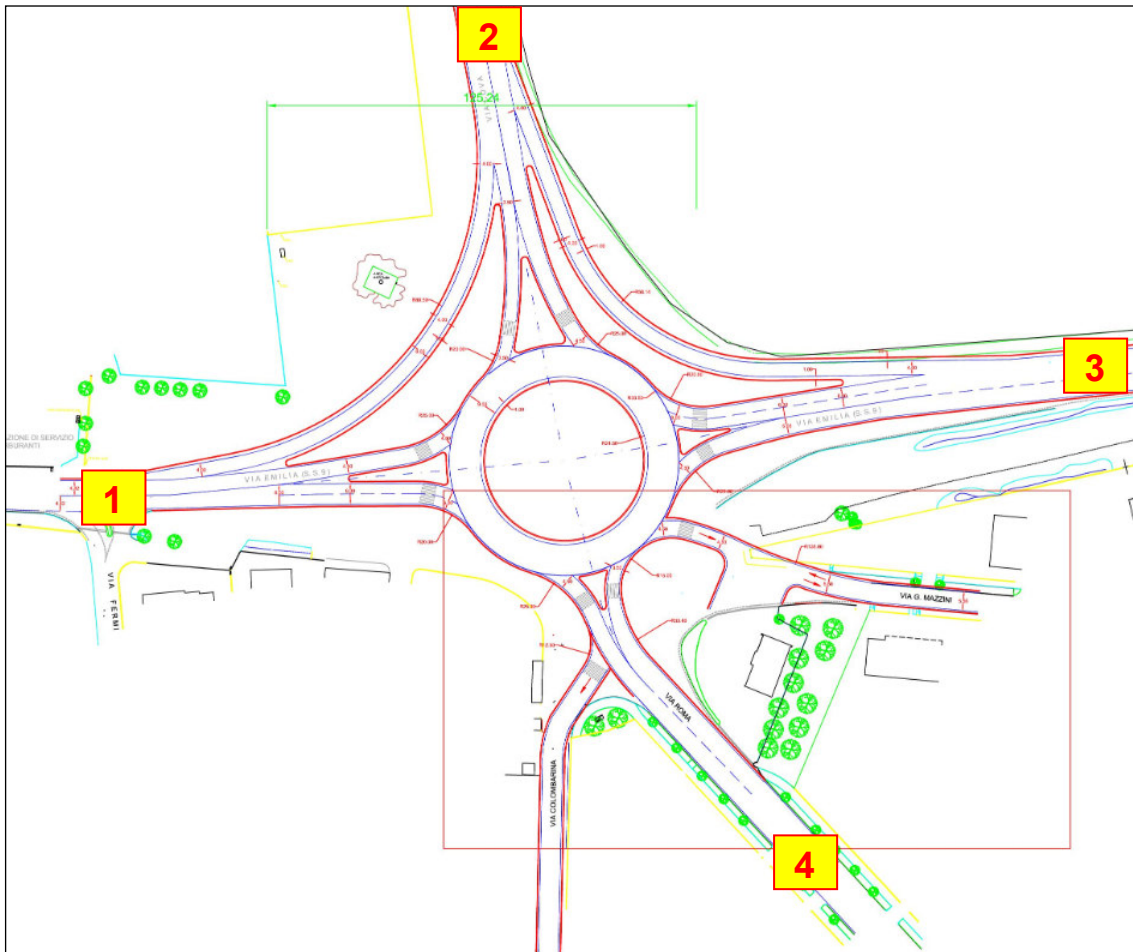
Complessivamente, per quanto detto in precedenza, il funzionamento dell'intersezione risulta caratterizzato, in quest'ora di punta, da un importante stato di congestione, dal quale scaturiscono numerosi accodamenti.

Nell'ora simulata la lunghezza media della coda associata all'intera intersezione è di circa 62 metri, mentre quella massima raggiunge valori superiori ai 320 m sui rami della via Emilia e superiori ai 200 m sui rami di via Roma e via Cova.

Lo scenario di progetto prevede per l'intersezione in esame una nuova configurazione geometrica a rotatoria. Quest'ultima presenta le seguenti caratteristiche: un diametro esterno di 68 m, una corona giratoria di 9 m a doppia corsia e bracci della rotatoria con attestamento a doppia corsia per i soli rami della via Emilia. Sono previste inoltre due corsie di by-pass che garantiscono il collegamento diretto tra la via Emilia e via Cova.

L'immagine che segue rappresenta la configurazione di progetto per la nuova intersezione a rotatoria.

Img. 7.10 - Configurazione a rotatoria dell'intersezione B a raso tra la SS n.9 via Emilia, via Cova, via Roma e via Giuseppe Mazzini nello scenario di progetto



Di seguito si riporta una figura in cui viene rappresentata l'intersezione a rotatoria ricostruita all'interno del modello di microsimulazione PTV Vissim.

Img. 7.11 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione B a rotatoria nello scenario di progetto



I risultati ottenuti dalla microsimulazione per lo scenario di progetto sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tab. 7.9 – Intersezione B - Scenario di progetto – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)

|                            | Origine                 | Destinazione     | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS    |       |
|----------------------------|-------------------------|------------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------|-------|
| 1                          | Via Emilia Ovest        | Via Cova         | 218      | 30,2    | 6,7         | 6586     | 1451,1   | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Emilia Est   | 372      | 29,1    | 7,4         | 10841    | 2745,7   | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Roma         | 145      | 22,7    | 6,8         | 3295     | 982,8    | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Colombarina  | 43       | 23,6    | 7,1         | 1014     | 306,0    | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Ovest        | Via Mazzini      | 18       | 28,2    | 6,4         | 507      | 115,3    | LOS A  |       |
|                            | <b>Via Emilia Ovest</b> |                  |          | 796     |             |          | 22.243   | 5600,9 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 27,9     | 7,0    | LOS A |
| 2                          | Via Cova                | Via Emilia Ovest | 186      | 17,4    | 2,3         | 3243     | 435,4    | LOS A  |       |
|                            | Via Cova                | Via Emilia Est   | 186      | 33,2    | 9,4         | 6174     | 1742,4   | LOS A  |       |
|                            | Via Cova                | Via Roma         | 277      | 25,6    | 7,5         | 7096     | 2086,5   | LOS A  |       |
|                            | Via Cova                | Via Colombarina  | 24       | 26,9    | 8,1         | 646      | 194,7    | LOS A  |       |
|                            | Via Cova                | Via Mazzini      | 17       | 31,7    | 7,7         | 539      | 131,4    | LOS A  |       |
|                            | <b>Via Cova</b>         |                  |          | 690     |             |          | 17.698   | 4590,4 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 25,6     | 6,7    | LOS A |
| 3                          | Via Emilia Est          | Via Emilia Ovest | 424      | 28,3    | 6,9         | 12003    | 2934,1   | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Cova         | 565      | 21,7    | 5,3         | 12257    | 2979,1   | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Roma         | 27       | 28,5    | 5,8         | 769      | 156,6    | LOS A  |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Colombarina  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | Via Emilia Est          | Via Mazzini      | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | <b>Via Emilia Est</b>   |                  |          | 1016    |             |          | 25.029   | 6069,8 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 24,6     | 6,0    | LOS A |
| 4                          | Via Roma                | Via Emilia Ovest | 83       | 31,9    | 10,5        | 2645     | 871,5    | LOS B  |       |
|                            | Via Roma                | Via Cova         | 322      | 27,6    | 9,9         | 8899     | 3203,8   | LOS A  |       |
|                            | Via Roma                | Via Emilia Est   | 25       | 24,9    | 9,2         | 623      | 230,7    | LOS A  |       |
|                            | Via Roma                | Via Colombarina  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | Via Roma                | Via Mazzini      | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | <b>Via Roma</b>         |                  |          | 430     |             |          | 12.167   | 4305,9 |       |
|                            | Media ramo              |                  |          |         |             |          | 28,3     | 10,0   | LOS B |
| <b>Totale intersezione</b> |                         |                  | 2932     |         |             | 77.138   | 20567,1  |        |       |
| Media intersezione         |                         |                  |          |         |             | 26,3     | 7,0      | LOS A  |       |

**Tab. 7.10 – Intersezione B - Scenario di progetto – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|   | n. Veic          | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |        |
|---|------------------|-----------------|--------------|-----------|-------|--------|
|   |                  | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |        |
| 1 | Via Emilia Ovest | 796             | 7,0          | 5600,9    | 3,846 | 78,089 |
| 2 | Via Cova         | 690             | 6,7          | 4590,4    | 3,559 | 59,527 |
| 3 | Via Emilia Est   | 1016            | 6,0          | 6069,8    | 2,352 | 63,459 |
| 4 | Via Roma         | 430             | 10,0         | 4305,9    | 4,702 | 60,648 |
|   | <b>Totale</b>    | 2932            |              | 20567,1   |       |        |
|   | <b>Media</b>     |                 | 7,4          | 7,0       | 3,615 | 65,431 |

Nello scenario futuro di progetto si stima che la domanda di traffico sulla rotatoria, nel periodo analizzato dell'ora di punta, rimanga sostanzialmente invariata con un incremento complessivo inferiore all'1% rispetto a quella dello scenario attuale.

Dai risultati della microsimulazione la nuova configurazione a rotatoria comporta un sensibile miglioramento del tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli nello scenario futuro, passando dai circa 79 sec ai 7 sec, con il livello di servizio dell'intersezione che da LOS E passa a LOS A.

La nuova configurazione a rotatoria, che introduce l'obbligo di dare precedenza all'anello, produce un significativo miglioramento delle performance dell'intersezione, apportando per ogni ramo un miglioramento assoluto sia in termini di ritardi che di lunghezza delle code medie e massime.

La lunghezza delle code medie riscontrate sui singoli rami nella configurazione con rotatoria si mantengono al di sotto dei 5 m, mentre le massime registrate si attestano sui 65 m.

### 7.3 L'intersezione C a rotatoria tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi e la SP n.19 via San Carlo

L'intersezione tra SP n.31 e SP n.19 nello scenario attuale presenta una configurazione a rotatoria, caratterizzata da diametro esterno pari a circa 75 m, corona giratoria larga 10 metri a singola corsia e bracci della rotatoria con attestamento a singola corsia.

La carreggiata di SP n.31 presenta una larghezza di circa 8 m e banchina laterale su ambedue i lati, mentre per quanto riguarda la SP n.19, non è direttamente quest'ultima a innestarsi in rotatoria, ma le rampe di ingresso e di uscita dalla stessa. Le rampe in questione risultano larghe 4 m e non sono dotate di banchina laterale.

Img. 7.12 - Configurazione dell'intersezione C a rotatoria tra SP n.31 e SP n.19 nello scenario attuale



Di seguito si riporta una figura in cui viene rappresentata l'intersezione ricostruita all'interno del modello di microsimulazione.

Img. 7.13 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione C nello scenario attuale



Nelle tabelle successive sono mostrati i risultati ottenuti dalla simulazione per i rami dell'intersezione nello scenario attuale riferito all'ora di punta del mattino del giorno feriale.

Tab. 7.11 – Intersezione C - Scenario attuale – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)

|                            | Origine           | Destinazione | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS          |
|----------------------------|-------------------|--------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------------|
| 1                          | SP31 Ovest        | SP31 Est     | 273      | 17,6    | 5,4         | 4794     | 1468,5   | LOS A        |
|                            | SP31 Ovest        | SP19         | 196      | 14,4    | 5,1         | 2821     | 1005,4   | LOS A        |
|                            | <b>SP31 Ovest</b> |              | 469      |         |             | 7.614    | 2473,9   |              |
|                            | Media ramo        |              |          |         |             | 16,2     | 5,3      | LOS A        |
| 2                          | SP31 Est          | SP31 Ovest   | 492      | 13,1    | 0,6         | 6457     | 314,1    | LOS A        |
|                            | SP31 Est          | SP19         | 388      | 17,4    | 1,0         | 6741     | 375,2    | LOS A        |
|                            | <b>SP31 Est</b>   |              | 880      |         |             | 13.198   | 689,4    |              |
|                            | Media ramo        |              |          |         |             | 15,0     | 0,8      | LOS A        |
| 3                          | SP19              | SP31 Ovest   | 11       | 16,7    | 1,4         | 184      | 15,7     | LOS A        |
|                            | SP19              | SP31 Est     | 3        | 10,8    | 2,9         | 32       | 8,8      | LOS A        |
|                            | <b>SP19</b>       |              | 14       |         |             | 216      | 24,5     |              |
|                            | Media ramo        |              |          |         |             | 15,5     | 1,8      | LOS A        |
| <b>Totale intersezione</b> |                   |              | 1363     |         |             | 21.028   | 3187,8   |              |
| Media intersezione         |                   |              |          |         |             | 15,4     | 2,3      | <b>LOS A</b> |

**Tab. 7.12 – Intersezione C - Scenario attuale – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|   | n. Veic       | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |        |
|---|---------------|-----------------|--------------|-----------|-------|--------|
|   |               | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |        |
| 1 | SP31 Ovest    | 469             | 5,3          | 2473,9    | 2,451 | 64,163 |
| 2 | SP31 Est      | 880             | 0,8          | 689,4     | 0,025 | 13,169 |
| 3 | SP19          | 14              | 1,8          | 24,5      | 0,009 | 7,574  |
|   | <b>Totale</b> | 1363            |              | 3187,8    |       |        |
|   | <b>Media</b>  |                 | 2,6          | 2,3       | 0,828 | 28,302 |

L'intersezione risulta interessata da un volume complessivo di circa 1.363 v/h, con una percentuale di veicoli pesanti pari al 4%, e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 2,3 secondi, grazie al quale è possibile raggiungere la massima classe di efficienza in grado di garantire il deflusso ottimale, ovvero LOS A.

Nello specifico si riscontra per tutti e tre i rami un LOS A e un ritardo massimo pari a 5,3 sec che si manifesta sul ramo Ovest della SP n.31.

Complessivamente, in ragione della configurazione a rotatoria e dei flussi relativamente bassi, si riscontra un funzionamento fluido e privo di accodamenti.

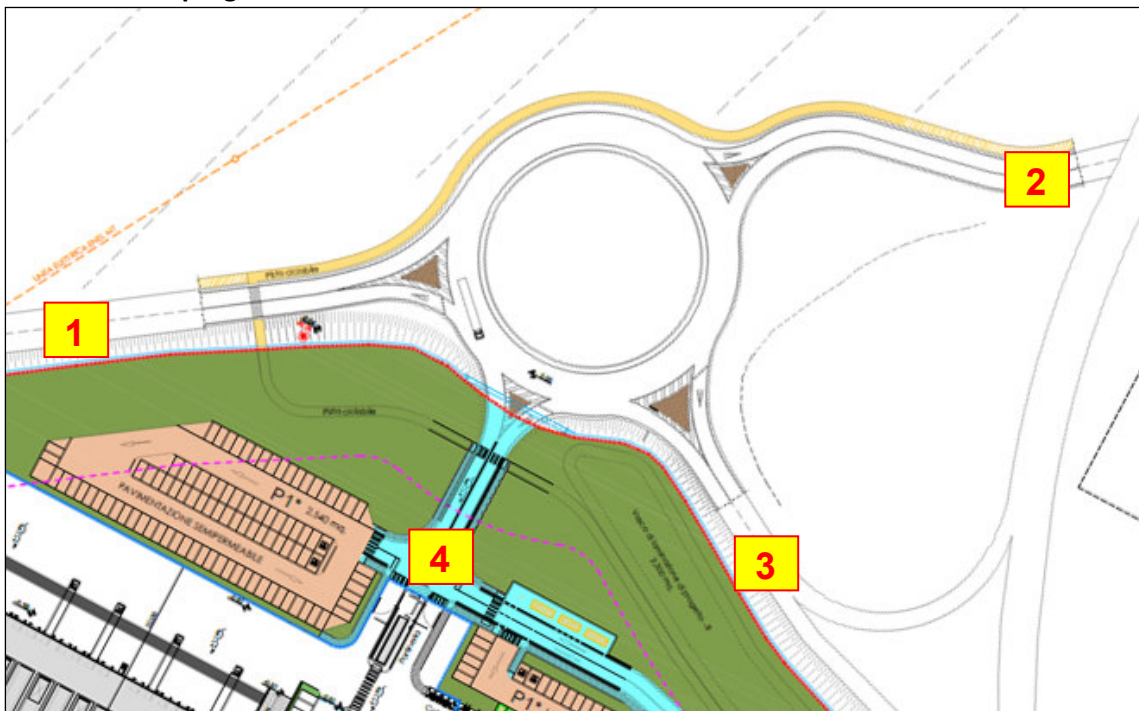
Nell'ora simulata la lunghezza media della coda associata all'intera intersezione è quasi nulla, mentre quella massima raggiunge sul ramo Ovest della SP n.31 i 64 metri. Questi risultati confermano l'ottimo standard di funzionamento dell'intersezione nello scenario attuale.

Lo scenario di progetto prevede per l'intersezione tra SP n.31 e SP n.19 l'inserimento di un nuovo ramo che andrà a fraporsi tra i già esistenti rami della SP n.31 e SP n.19, per garantire l'accesso al comparto Cà Bianca 5.

La configurazione della rotatoria conserva immutate le proprie caratteristiche geometriche rispetto allo scenario attuale, a meno del nuovo layout di innesto previsto per il ramo est della SP n.31.

L'immagine che segue rappresenta la configurazione di progetto per la nuova intersezione a rotatoria.

**Img. 7.14 - Configurazione a rotatoria dell'intersezione C tra SP n.31 e SP n.19 nello scenario di progetto**



Di seguito si riporta una figura in cui viene rappresentata l'intersezione a rotatoria ricostruita all'interno del modello di microsimulazione.

**Img. 7.15 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione C a rotatoria nello scenario di progetto**



I risultati ottenuti dalla microsimulazione per lo scenario di progetto sono riportati nelle tabelle seguenti.

**Tab. 7.13 – Intersezione C - Scenario di progetto – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)**

|                            | Origine            | Destinazione | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS   |
|----------------------------|--------------------|--------------|----------|---------|-------------|----------|----------|-------|
| 1                          | SP31 Ovest         | SP31 Est     | 298      | 22,1    | 9,9         | 6587     | 2952,0   | LOS A |
|                            | SP31 Ovest         | SP19         | 224      | 18,1    | 10,2        | 4057     | 2273,6   | LOS B |
|                            | SP31 Ovest         | Cà Bianca 5  | 18       | 16,7    | 10,6        | 301      | 190,6    | LOS B |
|                            | <b>SP31 Ovest</b>  |              | 540      |         |             | 10.945   | 5416,3   |       |
|                            | Media ramo         |              |          |         |             | 20,3     | 10,0     | LOS B |
| 2                          | SP31 Est           | SP31 Ovest   | 472      | 13,6    | 1,5         | 6402     | 686,9    | LOS A |
|                            | SP31 Est           | SP19         | 368      | 18,0    | 2,0         | 6631     | 726,8    | LOS A |
|                            | SP31 Est           | Cà Bianca 5  | 27       | 15,2    | 1,3         | 410      | 34,6     | LOS A |
|                            | <b>SP31 Est</b>    |              | 867      |         |             | 13.442   | 1448,2   |       |
|                            | Media ramo         |              |          |         |             | 15,5     | 1,7      | LOS A |
| 3                          | SP19               | SP31 Ovest   | 12       | 17,0    | 1,7         | 204      | 20,8     | LOS A |
|                            | SP19               | SP31 Est     | 5        | 12,8    | 3,5         | 64       | 17,6     | LOS A |
|                            | SP19               | Cà Bianca 5  | 3        | 20,1    | 2,9         | 60       | 8,8      | LOS A |
|                            | <b>SP19</b>        |              | 20       |         |             | 328      | 47,2     |       |
|                            | Media ramo         |              |          |         |             | 16,4     | 2,4      | LOS A |
| 4                          | Cà Bianca 5        | SP31 Ovest   | 8        | 26,6    | 9,5         | 213      | 76,1     | LOS A |
|                            | Cà Bianca 5        | SP31 Est     | 4        | 24,0    | 13,0        | 96       | 51,9     | LOS B |
|                            | Cà Bianca 5        | SP19         | 1        | 13,2    | 6,2         | 13       | 6,2      | LOS A |
|                            | <b>Cà Bianca 5</b> |              | 13       |         |             | 322      | 134,2    |       |
|                            | Media ramo         |              |          |         |             | 24,7     | 10,3     | LOS B |
| <b>Totale intersezione</b> |                    |              | 1440     |         |             | 25.037   | 7045,9   |       |
| Media intersezione         |                    |              |          |         |             | 17,4     | 4,9      | LOS A |

**Tab. 7.14 – Intersezione C - Scenario di progetto – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|               | n. Veic     | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |         |
|---------------|-------------|-----------------|--------------|-----------|-------|---------|
|               |             | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |         |
| 1             | SP31 Ovest  | 540             | 10,0         | 5416,3    | 8,157 | 113,477 |
| 2             | SP31 Est    | 867             | 1,7          | 1448,2    | 0,331 | 46,123  |
| 3             | SP19        | 20              | 2,4          | 47,2      | 0,020 | 10,501  |
| 4             | Cà Bianca 5 | 13              | 10,3         | 134,2     | 0,243 | 13,173  |
| <b>Totale</b> |             | 1440            |              | 7045,9    |       |         |
| <b>Media</b>  |             |                 | 6,1          | 4,9       | 2,188 | 45,818  |

Nello scenario futuro di progetto, in seguito all'insediamento del comparto Cà Bianca 5, si stima che la domanda di traffico sulla rotatoria, nel periodo analizzato dell'ora di riferimento, subisca un incremento di circa il 5,6% rispetto a quella dello scenario attuale.

Dai risultati della microsimulazione la nuova configurazione della rotatoria comporta un lieve peggioramento del tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli nello scenario futuro, arrivando a toccare i 5 sec, con il livello di servizio dell'intersezione che rimane comunque ottimo (LOS A).

La nuova configurazione, che introduce il nuovo ramo per l'accesso al comparto di Cà Bianca 5, non provoca a livello complessivo un calo significativo delle performance, ma influenza negativamente la corrente veicolare proveniente dalla SP n.31 Ovest, soggetta a obbligo di precedenza nei confronti dei nuovi flussi attratti dal comparto. Ciò è confermato non solo dall'aumento dei tempi di ritardo sul ramo in questione, che assumono un valore medio pari a 10 sec, ma anche dal LOS che ne scaturisce, ovvero LOS B.

In termini di lunghezza delle code riscontrate sui singoli rami, si hanno lunghezze delle code medie che si mantengono prossime allo zero, salvo raggiungere gli 8 metri sul ramo Ovest della SP n.31, e accodamenti massimi in aumento, con picco di 113 metri sulla stessa SP n.31 Ovest.

#### 7.4 L'intersezione D a rotatoria tra SP n.31 via Stradelli Guelfi, la SP n.19 via San Carlo, via San Carlo e via Poggio

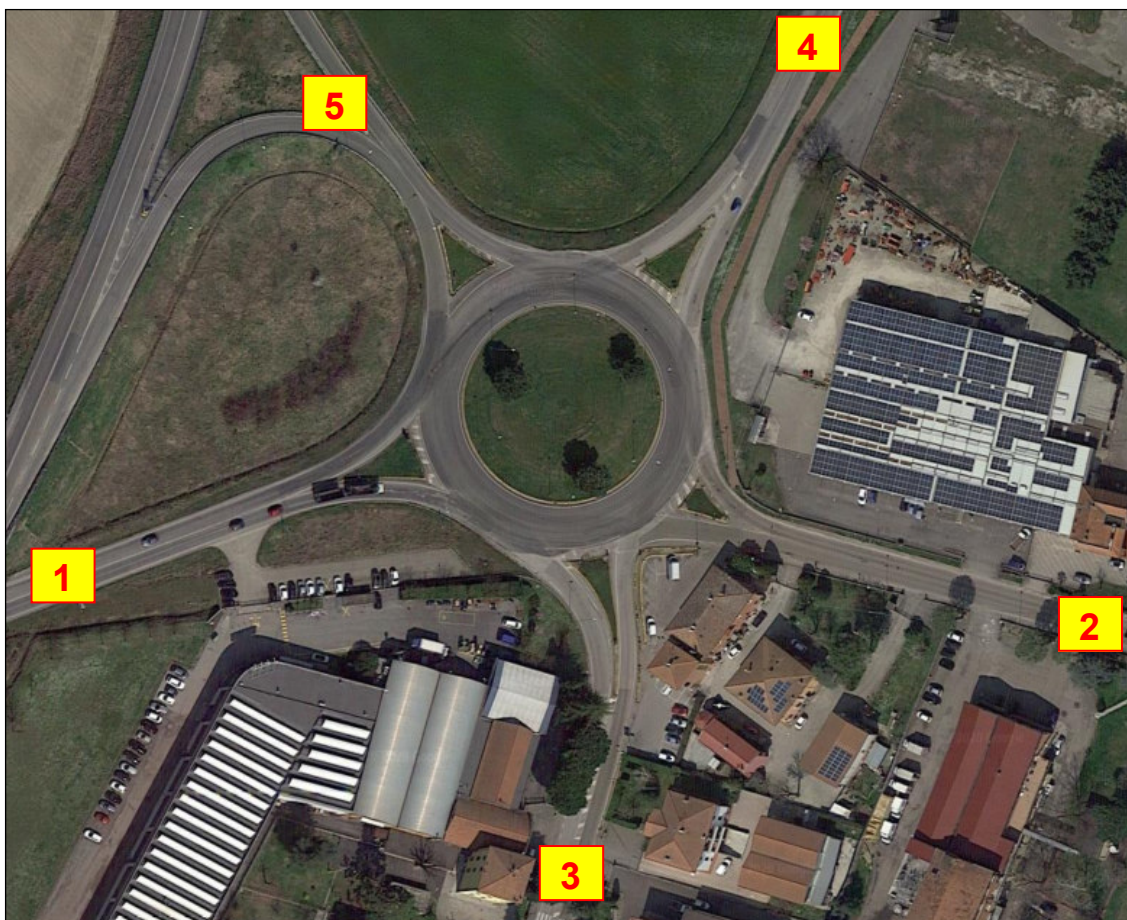
L'intersezione tra SP n.31, SP n.19, via San Carlo e via Poggio nello scenario attuale presenta una configurazione a rotatoria a cinque rami, caratterizzata da diametro esterno pari a circa 75 m, corona giratoria larga 10 metri a singola corsia e bracci della rotatoria con attestamento a singola corsia.

La carreggiata della SP n.31 presenta una larghezza di circa 8 m e banchina laterale su ambedue i lati.

Per quanto riguarda la SP n.19, la connessione con la rotatoria non avviene in maniera diretta ma attraverso apposite rampe di ingresso e di uscita dalla stessa. Le rampe in questione risultano larghe 4,5 m e dotate di banchina laterale.

La carreggiata di via San Carlo presenta sul versante Nord una larghezza di circa 7 m, priva di banchina laterale, e sul versante Sud una larghezza di circa 9 m, dotata di banchina laterale su ambo i lati. Infine, via Poggio è caratterizzata da una larghezza pari a circa 7 m e dotata di banchina laterale su ambo i lati.

Img. 7.16 - Configurazione dell'intersezione D a rotatoria tra SP n.31, SP n.19, via San Carlo e via Poggio nello scenario attuale



Di seguito si riporta una figura in cui viene rappresentata l'intersezione ricostruita all'interno del modello di microsimulazione.

**Img. 7.17 - Il modello di microsimulazione dell'intersezione D nello scenario attuale**



Nelle tabelle successive sono mostrati i risultati ottenuti dalla simulazione per i rami dell'intersezione nello scenario attuale riferito all'ora di punta del mattino del giorno feriale.

Tab. 7.15 – Intersezione D - Scenario attuale – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)

|                            | Origine                   | Destinazione       | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS    |       |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------|-------|
| 1                          | SP31 Ovest                | Via Poggio         | 257      | 12,5    | 2,2         | 3209     | 559,3    | LOS A  |       |
|                            | SP31 Ovest                | Via San Carlo Sud  | 4        | 11,7    | 2,2         | 47       | 8,9      | LOS A  |       |
|                            | SP31 Ovest                | Via San Carlo Nord | 16       | 17,3    | 2,5         | 276      | 40,2     | LOS A  |       |
|                            | SP31 Ovest                | SP19               | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | <b>SP31 Ovest</b>         |                    |          | 277     |             |          | 3.532    | 608,5  |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 12,8     | 2,2    | LOS A |
| 2                          | Via Poggio                | SP31 Ovest         | 317      | 16,1    | 1,6         | 5114     | 520,9    | LOS A  |       |
|                            | Via Poggio                | Via San Carlo Sud  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | Via Poggio                | Via San Carlo Nord | 1        | 12,4    | 1,5         | 12       | 1,5      | LOS A  |       |
|                            | Via Poggio                | SP19               | 6        | 12,7    | 1,3         | 76       | 7,9      | LOS A  |       |
|                            | <b>Via Poggio</b>         |                    |          | 324     |             |          | 5.203    | 530,2  |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 16,1     | 1,6    | LOS A |
| 3                          | Via San Carlo Sud         | SP31 Ovest         | 1        | 20,8    | 3,5         | 21       | 3,5      | LOS A  |       |
|                            | Via San Carlo Sud         | Via Poggio         | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | Via San Carlo Sud         | Via San Carlo Nord | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | Via San Carlo Sud         | SP19               | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | <b>Via San Carlo Sud</b>  |                    |          | 1       |             |          | 21       | 3,5    |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 20,8     | 3,5    | LOS A |
| 4                          | Via San Carlo Nord        | SP31 Ovest         | 369      | 15,0    | 2,8         | 5537     | 1028,5   | LOS A  |       |
|                            | Via San Carlo Nord        | Via Poggio         | 31       | 20,9    | 2,7         | 647      | 84,4     | LOS A  |       |
|                            | Via San Carlo Nord        | Via San Carlo Sud  | 11       | 19,3    | 2,1         | 212      | 23,1     | LOS A  |       |
|                            | Via San Carlo Nord        | SP19               | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -      |       |
|                            | <b>Via San Carlo Nord</b> |                    |          | 411     |             |          | 6.396    | 1136,0 |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 15,6     | 2,8    | LOS A |
| 5                          | SP19                      | SP31 Ovest         | 192      | 20,2    | 14,2        | 3887,0   | 2720,4   | LOS B  |       |
|                            | SP19                      | Via Poggio         | 100      | 26,2    | 14,3        | 2618,2   | 1426,9   | LOS B  |       |
|                            | SP19                      | Via San Carlo Sud  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0,0      | 0,0      | -      |       |
|                            | SP19                      | Via San Carlo Nord | 80       | 31,9    | 15,7        | 2551,7   | 1256,5   | LOS C  |       |
|                            | <b>SP19</b>               |                    |          | 372     |             |          | 9.057    | 5403,8 |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 24,3     | 14,5   | LOS B |
| <b>Totale intersezione</b> |                           |                    | 1385     |         |             | 24.208   | 7682,0   |        |       |
| Media intersezione         |                           |                    |          |         |             | 17,5     | 5,5      | LOS A  |       |

**Tab. 7.16 – Intersezione D - Scenario attuale – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|   | n. Veic            | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |        |
|---|--------------------|-----------------|--------------|-----------|-------|--------|
|   |                    | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |        |
| 1 | SP31 Ovest         | 277             | 2,2          | 608,5     | 0,296 | 26,273 |
| 2 | Via Poggio         | 324             | 1,6          | 530,2     | 0,122 | 25,426 |
| 3 | Via San Carlo Sud  | 1               | 3,5          | 3,5       | 0,004 | 2,315  |
| 4 | Via San Carlo Nord | 411             | 2,8          | 1136,0    | 0,704 | 40,084 |
| 5 | SP19               | 372             | 14,5         | 5403,8    | 9,531 | 97,240 |
|   | <b>Totale</b>      | 1385            |              | 7682,0    |       |        |
|   | <b>Media</b>       |                 | 4,9          | 5,5       | 2,132 | 38,268 |

L'intersezione risulta interessata da un volume complessivo di circa 1.385 v/h, con una percentuale di veicoli pesanti pari al 4,4%, e da un tempo di ritardo medio complessivo dei veicoli pari a circa 5,5 secondi, grazie al quale è possibile raggiungere la massima classe di efficienza in grado di garantire il deflusso ottimale, ovvero LOS A.

Nello specifico si riscontra un LOS offerto pari a LOS A per i rami di via San Carlo, via Poggio e SP n.31 e un LOS B per il ramo della SP n.19, quest'ultimo caratterizzato da un ritardo più alto che raggiunge i 15 sec.

Complessivamente, in ragione della configurazione a rotatoria e dei flussi relativamente bassi, si riscontra un funzionamento fluido accompagnato da lievi accodamenti sul ramo di SP n.19.

Nell'ora di punta simulata la lunghezza media della coda associata all'intera intersezione è quasi nulla, mentre quella massima raggiunge sulla rampa di uscita dalla SP n.19 i 97 metri. Questi risultati dimostrano l'ottimo standard di funzionamento a livello globale dell'intersezione nello scenario attuale, con qualche situazione locale e transitoria di accodamento.

Lo scenario di progetto preso in analisi per l'intersezione in esame non prevede interventi infrastrutturali o modifiche al layout del tracciato, ma considera il carico urbanistico derivante dall'insediamento dei comparti oggetto di questo studio del traffico.

Poiché la configurazione dell'intersezione nello scenario di progetto rimane immutata rispetto allo scenario attuale è possibile passare direttamente all'analisi dei risultati ottenuti dalla microsimulazione, riportati nelle seguenti tabelle.

Tab. 7.17 – Intersezione D - Scenario di progetto – Tempi di percorrenza, perditempo e LOS (ora di punta giorno feriale)

|                            | Origine                   | Destinazione       | n. Veic. | TdP (s) | Ritardo (s) | TdP*veic | Rit*veic | LOS          |       |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------|---------|-------------|----------|----------|--------------|-------|
| 1                          | SP31 Ovest                | Via Poggio         | 287      | 12,5    | 2,3         | 3584     | 646,3    | LOS A        |       |
|                            | SP31 Ovest                | Via San Carlo Sud  | 3        | 13,5    | 4,3         | 40       | 12,8     | LOS A        |       |
|                            | SP31 Ovest                | Via San Carlo Nord | 15       | 17,4    | 2,7         | 262      | 39,8     | LOS A        |       |
|                            | SP31 Ovest                | SP19               | 1        | 16,3    | 0,9         | 16       | 0,9      | LOS A        |       |
|                            | <b>SP31 Ovest</b>         |                    |          | 306     |             |          | 3.903    | 699,7        |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 12,8     | 2,3          | LOS A |
| 2                          | Via Poggio                | SP31 Ovest         | 307      | 16,2    | 1,7         | 4960     | 519,4    | LOS A        |       |
|                            | Via Poggio                | Via San Carlo Sud  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -            |       |
|                            | Via Poggio                | Via San Carlo Nord | 1        | 12,3    | 1,5         | 12       | 1,5      | LOS A        |       |
|                            | Via Poggio                | SP19               | 8        | 13,4    | 2,1         | 107      | 16,6     | LOS A        |       |
|                            | <b>Via Poggio</b>         |                    |          | 316     |             |          | 5.079    | 537,6        |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 16,1     | 1,7          | LOS A |
| 3                          | Via San Carlo Sud         | SP31 Ovest         | 1        | 20,5    | 3,3         | 21       | 3,3      | LOS A        |       |
|                            | Via San Carlo Sud         | Via Poggio         | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -            |       |
|                            | Via San Carlo Sud         | Via San Carlo Nord | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -            |       |
|                            | Via San Carlo Sud         | SP19               | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -            |       |
|                            | <b>Via San Carlo Sud</b>  |                    |          | 1       |             |          | 21       | 3,3          |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 20,5     | 3,3          | LOS A |
| 4                          | Via San Carlo Nord        | SP31 Ovest         | 363      | 14,9    | 2,7         | 5422     | 985,1    | LOS A        |       |
|                            | Via San Carlo Nord        | Via Poggio         | 34       | 20,9    | 2,9         | 711      | 98,2     | LOS A        |       |
|                            | Via San Carlo Nord        | Via San Carlo Sud  | 11       | 19,4    | 2,2         | 213      | 24,3     | LOS A        |       |
|                            | Via San Carlo Nord        | SP19               | 0        | 0,0     | 0,0         | 0        | 0,0      | -            |       |
|                            | <b>Via San Carlo Nord</b> |                    |          | 408     |             |          | 6.347    | 1107,6       |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 15,6     | 2,7          | LOS A |
| 5                          | SP19                      | SP31 Ovest         | 197      | 19,5    | 12,9        | 3844,9   | 2538,6   | LOS B        |       |
|                            | SP19                      | Via Poggio         | 89       | 25,0    | 12,5        | 2225,7   | 1114,8   | LOS B        |       |
|                            | SP19                      | Via San Carlo Sud  | 0        | 0,0     | 0,0         | 0,0      | 0,0      | -            |       |
|                            | SP19                      | Via San Carlo Nord | 79       | 30,5    | 13,5        | 2412,3   | 1070,3   | LOS B        |       |
|                            | <b>SP19</b>               |                    |          | 365     |             |          | 8.483    | 4723,7       |       |
|                            | Media ramo                |                    |          |         |             |          | 23,2     | 12,9         | LOS B |
| <b>Totale intersezione</b> |                           |                    | 1396     |         |             | 23.832   | 7071,8   |              |       |
| Media intersezione         |                           |                    |          |         |             | 17,1     | 5,1      | <b>LOS A</b> |       |

**Tab. 7.18 – Intersezione D - Scenario di progetto – Lunghezze code e ritardi medi (ora di punta giorno feriale)**

|   | n. Veic            | tTotRitCoda (s) |              | Lcode (m) |       |        |
|---|--------------------|-----------------|--------------|-----------|-------|--------|
|   |                    | Medio           | Medio * veic | Med       | Max   |        |
| 1 | SP31 Ovest         | 306             | 2,3          | 699,7     | 0,293 | 27,099 |
| 2 | Via Poggio         | 316             | 1,7          | 537,6     | 0,123 | 24,013 |
| 3 | Via San Carlo Sud  | 1               | 3,3          | 3,3       | 0,004 | 1,186  |
| 4 | Via San Carlo Nord | 408             | 2,7          | 1107,6    | 0,606 | 32,857 |
| 5 | SP19               | 365             | 12,9         | 4723,7    | 8,024 | 79,742 |
|   | <b>Totale</b>      | 1396            |              | 7071,8    |       |        |
|   | <b>Media</b>       |                 | 4,6          | 5,1       | 1,810 | 32,980 |

Nello scenario futuro di progetto, in seguito all'insediamento dei nuovi comparti, si stima che la domanda di traffico sulla rotatoria, nel periodo analizzato dell'ora di riferimento, rimanga sostanzialmente invariata, con un incremento complessivo inferiore all'1% rispetto a quella dello scenario attuale.

Dai risultati della microsimulazione non si evidenziano sostanziali differenze in termini di performance rispetto allo scenario attuale. Il tempo di ritardo medio complessivo per i veicoli nello scenario futuro si mantiene sostanzialmente stabile, con un lieve miglioramento, raggiungendo i 5,1 sec, il che conferma il medesimo livello di servizio dell'intersezione (LOS A) e gli ottimi standard di funzionamento che già si ottengono nello scenario attuale.

In termini di lunghezza delle code riscontrate sui singoli rami, si trovano lunghezze delle code medie che si mantengono prossime allo zero, salvo raggiungere gli 8 metri sul ramo della SP n.19, e accodamenti leggermente ridotti, con picco transitorio di 80 metri sulla stessa SP n.19.

**7.5 Confronto dei risultati degli scenari simulati per ciascuna intersezione**

Le tabelle seguenti mostrano in sintesi i principali risultati ottenuti dalle microsimulazioni per gli scenari attuale e di progetto, riguardanti il tempo di ritardo, il livello di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code massime e medie per ciascun ramo delle intersezioni e per manovra di svolta.

La tabella che segue mostra il confronto dei ritardi, del LOS e della lunghezza massima stimata delle code per ciascun ramo della Rotatoria A e per tutte le manovre di svolta nei diversi scenari di riferimento.

**Tab. 7.19 – Confronto tra i Ritardi – Livelli di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code per l’intersezione A tra Casello A14 e la SP n.19 nello scenario attuale, di progetto e di variante**

| Ritardi                   |                |                |              |             |             | LOS               |             |                           |                |          |       |                   |     |
|---------------------------|----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|---------------------------|----------------|----------|-------|-------------------|-----|
| 8:00 - 9:00               |                |                |              |             |             | 8:00 - 9:00       |             |                           |                |          |       |                   |     |
|                           |                | Attuale        |              | Progetto    |             | Progetto_Variante |             | Attuale                   |                | Progetto |       | Progetto_Variante |     |
|                           |                | Origine        | Destinazione | Ritardo (s) | Ritardo (s) | Ritardo (s)       | Ritardo (s) | Origine                   | Destinazione   | LOS      | LOS   | LOS               | LOS |
| <b>San Carlo Sud</b>      |                |                |              |             |             |                   |             |                           |                |          |       |                   |     |
| 1                         | San Carlo Sud  | Autostrada     |              | 0,4         | 0,2         | 0,2               |             | San Carlo Sud             | Autostrada     | LOS A    | LOS A | LOS A             |     |
|                           | San Carlo Sud  | San Carlo Nord |              | 1,1         | 7,1         | 13,6              |             | San Carlo Sud             | San Carlo Nord | LOS A    | LOS A | LOS B             |     |
| <b>Media ramo</b>         |                |                |              | 0,8         | 4,5         | 8,6               |             | <b>Media ramo</b>         |                | LOS A    | LOS A | LOS A             |     |
| <b>San Carlo Nord</b>     |                |                |              |             |             |                   |             |                           |                |          |       |                   |     |
| 2                         | San Carlo Nord | Autostrada     |              | 11,7        | 10,2        | 4,6               |             | San Carlo Nord            | Autostrada     | LOS B    | LOS B | LOS A             |     |
|                           | San Carlo Nord | San Carlo Sud  |              | 2,4         | 7,3         | 3,4               |             | San Carlo Nord            | San Carlo Sud  | LOS A    | LOS A | LOS A             |     |
| <b>Media ramo</b>         |                |                |              | 8,1         | 9,1         | 4,1               |             | <b>Media ramo</b>         |                | LOS A    | LOS A | LOS A             |     |
| <b>Autostrada</b>         |                |                |              |             |             |                   |             |                           |                |          |       |                   |     |
| 3                         | Autostrada     | San Carlo Sud  |              | 69,2        | 11,3        | 9,2               |             | Autostrada                | San Carlo Sud  | LOS F    | LOS B | LOS A             |     |
|                           | Autostrada     | San Carlo Nord |              | 14,2        | 3,0         | 2,9               |             | Autostrada                | San Carlo Nord | LOS B    | LOS A | LOS A             |     |
| <b>Media ramo</b>         |                |                |              | 30,9        | 5,3         | 4,7               |             | <b>Media ramo</b>         |                | LOS D    | LOS A | LOS A             |     |
| <b>Intersezione</b>       |                |                |              |             |             |                   |             |                           |                |          |       |                   |     |
| <b>Media intersezione</b> |                |                |              | 12,4        | 6,4         | 5,8               |             | <b>Media intersezione</b> |                | LOS B    | LOS A | LOS A             |     |

| Lunghezza massima delle code |  |              |          |                   |
|------------------------------|--|--------------|----------|-------------------|
| 8:00 - 9:00                  |  |              |          |                   |
|                              |  | Attuale      | Progetto | Progetto_Variante |
|                              |  | Lmaxcode (m) |          |                   |
| San Carlo Sud                |  | 55           | 74       | 91                |
| San Carlo Nord               |  | 231          | 241      | 24                |
| Autostrada                   |  | 233          | 71       | 54                |
| <b>Media Intersezione</b>    |  | 173          | 128      | 57                |

| Lunghezza media delle code |  |              |          |                   |
|----------------------------|--|--------------|----------|-------------------|
| 8:00 - 9:00                |  |              |          |                   |
|                            |  | Attuale      | Progetto | Progetto_Variante |
|                            |  | Lmedcode (m) |          |                   |
| San Carlo Sud              |  | 1            | 2        | 6                 |
| San Carlo Nord             |  | 14           | 9        | 1                 |
| Autostrada                 |  | 78           | 2        | 2                 |
| <b>Media Intersezione</b>  |  | 31           | 4        | 3                 |

Dal confronto dei dati riportati nelle tabelle si evince come la nuova configurazione prevista dallo scenario di progetto, e successivamente dalla variante di progetto, comporti un deciso innalzamento del livello di servizio, in particolar modo per quanto riguarda il ramo del casello autostradale, il quale riesce a raggiungere un LOS A già nello scenario di progetto, e di conseguenza per l’intera intersezione che da un LOS B passa ad un LOS A.

Per quanto riguarda i tempi di ritardo, si evidenzia una forte riduzione del 82,8% per il ramo del casello nello scenario di progetto, a testimonianza di come la configurazione a rotatoria sia molto vantaggiosa per l’intersezione in questione e in particolare per il ramo proveniente dall’autostrada.

Per quanto riguarda inoltre la lunghezza delle code, in particolare quelle massime, anche in questo caso è possibile sottolineare l’importanza della configurazione a rotatoria, grazie alla quale sul ramo del casello autostradale si ottiene una riduzione del 69,5%. A conferma di tali risultati si ottiene sullo stesso ramo anche la riduzione delle code medie del 97,4%.

Si può quindi affermare che la soluzione progettuale proposta risulta ampiamente migliorativa rispetto alla situazione presente nello scenario attuale.

Considerando la variante al progetto, con il raddoppio delle corsie di accesso alla rotatoria per i rami nord e sud della San Carlo, i risultati della simulazione mostrano notevoli miglioramenti delle prestazioni sul ramo Nord, accompagnati da lievi peggioramenti sul versante opposto. In definitiva, questi risultati non giustificano al momento l'introduzione di queste modifiche al progetto.

La tabella seguente mostra il confronto dei ritardi, del LOS e della lunghezza massima stimata delle code per ciascun ramo della Rotatoria B e per tutte le manovre di svolta nei diversi scenari di riferimento.

**Tab. 7.20 – Confronto tra i Ritardi – Livelli di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code per l'intersezione B tra la SS n.9 via Emilia, via Cova, via Roma e via Mazzini nello scenario attuale e di progetto**

| Ritardi                 |                  |                  |                        |                         | LOS                     |                  |                  |                |                 |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|
| 8:00 - 9:00             |                  |                  |                        |                         | 8:00 - 9:00             |                  |                  |                |                 |
|                         | Origine          | Destinazione     | Attuale<br>Ritardo (s) | Progetto<br>Ritardo (s) |                         | Origine          | Destinazione     | Attuale<br>LOS | Progetto<br>LOS |
| <b>Via Emilia Ovest</b> |                  |                  |                        |                         | <b>Via Emilia Ovest</b> |                  |                  |                |                 |
| 1                       | Via Emilia Ovest | Via Cova         | 95,8                   | 6,7                     | 1                       | Via Emilia Ovest | Via Cova         | LOS F          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Ovest | Via Emilia Est   | 73,6                   | 7,4                     |                         | Via Emilia Ovest | Via Emilia Est   | LOS E          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Ovest | Via Roma         | 35,4                   | 6,8                     |                         | Via Emilia Ovest | Via Roma         | LOS D          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Ovest | Via Colombarina  | 36,3                   | 7,1                     |                         | Via Emilia Ovest | Via Colombarina  | LOS D          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Ovest | Via mazzini      | 69,0                   | 6,4                     |                         | Via Emilia Ovest | Via mazzini      | LOS E          | LOS A           |
| Media ramo              |                  |                  | 70,1                   | 7,0                     | Media ramo              |                  |                  | LOS E          | LOS A           |
| <b>Via Cova</b>         |                  |                  |                        |                         | <b>Via Cova</b>         |                  |                  |                |                 |
| 2                       | Via Cova         | Via Emilia Ovest | 41,4                   | 2,3                     | 2                       | Via Cova         | Via Emilia Ovest | LOS D          | LOS A           |
|                         | Via Cova         | Via Emilia Est   | 138,7                  | 9,4                     |                         | Via Cova         | Via Emilia Est   | LOS F          | LOS A           |
|                         | Via Cova         | Via Roma         | 140,1                  | 7,5                     |                         | Via Cova         | Via Roma         | LOS F          | LOS A           |
|                         | Via Cova         | Via Colombarina  | 143,2                  | 8,1                     |                         | Via Cova         | Via Colombarina  | LOS F          | LOS A           |
|                         | Via Cova         | Via mazzini      | 190,0                  | 7,7                     |                         | Via Cova         | Via mazzini      | LOS F          | LOS A           |
| Media ramo              |                  |                  | 114,1                  | 6,7                     | Media ramo              |                  |                  | LOS F          | LOS A           |
| <b>Via Emilia Est</b>   |                  |                  |                        |                         | <b>Via Emilia Est</b>   |                  |                  |                |                 |
| 3                       | Via Emilia Est   | Via Emilia Ovest | 56,2                   | 6,9                     | 3                       | Via Emilia Est   | Via Emilia Ovest | LOS E          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Est   | Via Cova         | 11,3                   | 5,3                     |                         | Via Emilia Est   | Via Cova         | LOS B          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Est   | Via Roma         | 76,0                   | 5,8                     |                         | Via Emilia Est   | Via Roma         | LOS E          | LOS A           |
|                         | Via Emilia Est   | Via Colombarina  | 0,0                    | 0,0                     |                         | Via Emilia Est   | Via Colombarina  | -              | -               |
|                         | Via Emilia Est   | Via mazzini      | 0,0                    | 0,0                     |                         | Via Emilia Est   | Via mazzini      | -              | -               |
| Media ramo              |                  |                  | 31,2                   | 6,0                     | Media ramo              |                  |                  | LOS C          | LOS A           |
| <b>Via Roma</b>         |                  |                  |                        |                         | <b>Via Roma</b>         |                  |                  |                |                 |
| 4                       | Via Roma         | Via Emilia Ovest | 161,2                  | 10,5                    | 4                       | Via Roma         | Via Emilia Ovest | LOS F          | LOS B           |
|                         | Via Roma         | Via Cova         | 157,1                  | 9,9                     |                         | Via Roma         | Via Cova         | LOS F          | LOS A           |
|                         | Via Roma         | Via Emilia Est   | 127,0                  | 9,2                     |                         | Via Roma         | Via Emilia Est   | LOS F          | LOS A           |
|                         | Via Roma         | Via Colombarina  | 0,0                    | 0,0                     |                         | Via Roma         | Via Colombarina  | -              | -               |
|                         | Via Roma         | Via mazzini      | 0,0                    | 0,0                     |                         | Via Roma         | Via mazzini      | -              | -               |
| Media ramo              |                  |                  | 155,7                  | 10,0                    | Media ramo              |                  |                  | LOS F          | LOS B           |
| <b>Via Mazzini</b>      |                  |                  |                        |                         | <b>Via Mazzini</b>      |                  |                  |                |                 |
| 5                       | Via Mazzini      | Via Emilia Est   | 8,7                    | -                       | 5                       | Via Mazzini      | Via Emilia Est   | LOS A          | -               |
|                         | Via Mazzini      | Via Emilia Ovest | 106,8                  | -                       |                         | Via Mazzini      | Via Emilia Ovest | LOS F          | -               |
| Media ramo              |                  |                  | 53,3                   | -                       | Media ramo              |                  |                  | LOS D          | -               |
| <b>Intersezione</b>     |                  |                  |                        |                         | <b>Intersezione</b>     |                  |                  |                |                 |
| Media intersezione      |                  |                  | 78,9                   | 7,0                     | Media intersezione      |                  |                  | LOS E          | LOS A           |

| Lunghezza massima delle code |         |              |  |
|------------------------------|---------|--------------|--|
| 8:00 - 9:00                  |         |              |  |
|                              | Attuale | Progetto     |  |
|                              |         | Lmaxcode (m) |  |
| Via Emilia Ovest             | 355     | 78           |  |
| Via Cova                     | 226     | 60           |  |
| Via Emilia Est               | 321     | 63           |  |
| Via Roma                     | 208     | 61           |  |
| Via Mazzini                  | 12      | -            |  |
| Media Intersezione           | 224     | 65           |  |

| Lunghezza media delle code |         |              |  |
|----------------------------|---------|--------------|--|
| 8:00 - 9:00                |         |              |  |
|                            | Attuale | Progetto     |  |
|                            |         | Lmedcode (m) |  |
| Via Emilia Ovest           | 93      | 4            |  |
| Via Cova                   | 103     | 4            |  |
| Via Emilia Est             | 53      | 2            |  |
| Via Roma                   | 62      | 5            |  |
| Via Mazzini                | 1       | -            |  |
| Media Intersezione         | 63      | 4            |  |

Dal confronto dei dati riportati nelle tabelle si evince come la nuova configurazione prevista dallo scenario di progetto comporti un deciso innalzamento del livello di servizio per l'intera intersezione che da un LOS E passa ad un LOS A; in particolare modo per quanto riguarda i rami di via Cova e via Roma, i quali riescono a raggiungere un LOS A partendo da una situazione attuale di forte congestione; miglioramenti si riscontrano anche in tutti gli altri rami.

Per quanto riguarda i tempi di ritardo, si evidenzia una forte riduzione del 94% per il ramo di via Cova e del 93,6% per il ramo di via Roma nello scenario di progetto, a testimonianza di come la configurazione a rotatoria sia estremamente vantaggiosa per l'intersezione in questione.

Anche per la lunghezza delle code, in particolare quelle massime, è possibile sottolineare l'importanza dei miglioramenti ottenuti con la configurazione a rotatoria, con una riduzione su tutti i rami che va dal 70% all'80% rispetto allo scenario attuale. A conferma di tali risultati si ottiene sugli stessi rami anche la riduzione delle code medie superiore al 90%.

Si può quindi affermare che la soluzione progettuale prevista per la rotatoria B risulta ampiamente migliorativa rispetto alla situazione dello scenario attuale.

La tabella seguente mostra il confronto dei ritardi, del LOS e della lunghezza massima stimata delle code per ciascun ramo della Rotatoria C e per tutte le manovre di svolta nei diversi scenari di riferimento.

**Tab. 7.21 – Confronto tra i Ritardi – Livelli di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code per l'intersezione C tra SP n.31 e SP n.19 nello scenario attuale e di progetto**

| Ritardi             |             |              |             |             | LOS                 |             |              |       |          |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|--------------|-------|----------|
| 8:00 - 9:00         |             |              |             |             | 8:00 - 9:00         |             |              |       |          |
|                     |             | Attuale      |             | Progetto    |                     |             | Attuale      |       | Progetto |
|                     | Origine     | Destinazione | Ritardo (s) | Ritardo (s) |                     | Origine     | Destinazione | LOS   | LOS      |
| <b>SP31 Ovest</b>   |             |              |             |             | <b>SP31 Ovest</b>   |             |              |       |          |
| 1                   | SP31 Ovest  | SP31 Est     | 5,4         | 9,9         | 1                   | SP31 Ovest  | SP31 Est     | LOS A | LOS A    |
|                     | SP31 Ovest  | SP19         | 5,1         | 10,2        |                     | SP31 Ovest  | SP19         | LOS A | LOS B    |
|                     | SP31 Ovest  | Cà Bianca 5  | -           | 10,6        |                     | SP31 Ovest  | Cà Bianca 5  | -     | LOS B    |
| Media ramo          |             |              | 5,3         | 10,0        | Media ramo          |             |              | LOS A | LOS B    |
| <b>SP31 Est</b>     |             |              |             |             | <b>SP31 Est</b>     |             |              |       |          |
| 2                   | SP31 Est    | SP31 Ovest   | 0,6         | 1,5         | 2                   | SP31 Est    | SP31 Ovest   | LOS A | LOS A    |
|                     | SP31 Est    | SP19         | 1,0         | 2,0         |                     | SP31 Est    | SP19         | LOS A | LOS A    |
|                     | SP31 Est    | Cà Bianca 5  | -           | 1,3         |                     | SP31 Est    | Cà Bianca 5  | -     | LOS A    |
| Media ramo          |             |              | 0,8         | 1,7         | Media ramo          |             |              | LOS A | LOS A    |
| <b>SP19</b>         |             |              |             |             | <b>SP19</b>         |             |              |       |          |
| 3                   | SP19        | SP31 Ovest   | 1,4         | 1,7         | 3                   | SP19        | SP31 Ovest   | LOS A | LOS A    |
|                     | SP19        | SP31 Est     | 2,9         | 3,5         |                     | SP19        | SP31 Est     | LOS A | LOS A    |
|                     | SP19        | Cà Bianca 5  | -           | 2,9         |                     | SP19        | Cà Bianca 5  | -     | LOS A    |
| Media ramo          |             |              | 1,8         | 2,4         | Media ramo          |             |              | LOS A | LOS A    |
| <b>Cà Bianca 5</b>  |             |              |             |             | <b>Cà Bianca 5</b>  |             |              |       |          |
| 4                   | Cà Bianca 5 | SP31 Ovest   | -           | 9,5         | 4                   | Cà Bianca 5 | SP31 Ovest   | -     | LOS A    |
|                     | Cà Bianca 5 | SP31 Est     | -           | 13,0        |                     | Cà Bianca 5 | SP31 Est     | -     | LOS B    |
|                     | Cà Bianca 5 | SP19         | -           | 6,2         |                     | Cà Bianca 5 | SP19         | -     | LOS A    |
| Media ramo          |             |              | -           | 10,3        | Media ramo          |             |              | -     | LOS B    |
| <b>Intersezione</b> |             |              |             |             | <b>Intersezione</b> |             |              |       |          |
| Media intersezione  |             |              | 2,3         | 4,9         | Media intersezione  |             |              | LOS A | LOS A    |

| Lunghezza massima delle code |         |          |
|------------------------------|---------|----------|
| 8:00 - 9:00                  |         |          |
|                              | Attuale | Progetto |
| Lmaxcode (m)                 |         |          |
| SP31 Ovest                   | 64      | 113      |
| SP31 Est                     | 13      | 46       |
| SP19                         | 8       | 11       |
| Cà Bianca 5                  | -       | 13       |
| Media intersezione           | 28      | 46       |

| Lunghezza media delle code |         |          |
|----------------------------|---------|----------|
| 8:00 - 9:00                |         |          |
|                            | Attuale | Progetto |
| Lmedcode (m)               |         |          |
| SP31 Ovest                 | 2       | 8        |
| SP31 Est                   | 0       | 0        |
| SP19                       | 0       | 0        |
| Cà Bianca 5                | -       | 0        |
| Media intersezione         | 1       | 2        |

Dal confronto dei dati riportati nelle tabelle per la rotatoria C si evince come la nuova configurazione prevista dallo scenario di progetto, con l’inserimento del quinto ramo di accesso al comparto Ca’ Bianca 5, non comporti sostanziali differenze prestazionali. In particolare, si perviene ad un lieve riduzione delle performance per quanto riguarda il ramo SP n.31 Ovest, al quale viene associato un LOS B. Tuttavia, il livello di servizio dell’intera intersezione risulta immutato a conferma di elevati standard di funzionamento (LOS A).

Per quanto riguarda i tempi di ritardo, si evidenzia un sostanziale aumento del 88,7% per il ramo di SP n.31 Ovest nello scenario di progetto, a testimonianza di come i flussi veicolari attratti dal nuovo comparto di Cà Bianca 5 vadano a incidere sulla la corrente proveniente dalla SP n.31. Analogamente, per la lunghezza delle code, in particolare quelle massime, si ha un aumento sul ramo SP n.31 Ovest del 76,5%.

Per gli altri rami della rotatoria sono previsti lievi incrementi sia nei tempi di ritardo che nelle code che non alterano il livello di servizio rispetto all’attuale.

Si può quindi affermare che la soluzione progettuale risulta accettabile, anche ai fini dell’insediamento del nuovo comparto.

La tabella seguente mostra il confronto dei ritardi, del LOS e della lunghezza massima stimata delle code per ciascun ramo della Rotatoria D e per tutte le manovre di svolta nei diversi scenari di riferimento.

**Tab. 7.22 – Confronto tra i Ritardi – Livelli di servizio (LOS) e la lunghezza stimata delle code per l’intersezione D tra SP n.31, SP n.19, via San Carlo e via Poggio nello scenario attuale e di progetto**

| Ritardi                   |                    |                    |             |             | LOS                       |                    |                    |         |          |
|---------------------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------|----------|
| 8:00 - 9:00               |                    |                    |             |             | 8:00 - 9:00               |                    |                    |         |          |
|                           | Origine            | Destinazione       | Attuale     | Progetto    |                           | Origine            | Destinazione       | Attuale | Progetto |
|                           |                    |                    | Ritardo (s) | Ritardo (s) |                           |                    |                    | LOS     | LOS      |
| <b>SP31 Ovest</b>         |                    |                    |             |             | <b>SP31 Ovest</b>         |                    |                    |         |          |
| 1                         | SP31 Ovest         | Via Poggio         | 2,2         | 2,3         | 1                         | SP31 Ovest         | Via Poggio         | LOS A   | LOS A    |
|                           | SP31 Ovest         | Via San Carlo Sud  | 2,2         | 4,3         |                           | SP31 Ovest         | Via San Carlo Sud  | LOS A   | LOS A    |
|                           | SP31 Ovest         | Via San Carlo Nord | 2,5         | 2,7         |                           | SP31 Ovest         | Via San Carlo Nord | LOS A   | LOS A    |
|                           | SP31 Ovest         | SP19               | 0,0         | 0,9         |                           | SP31 Ovest         | SP19               | -       | LOS A    |
| Media ramo                |                    |                    | 2,2         | 2,3         | Media ramo                |                    |                    | LOS A   | LOS A    |
| <b>Via Poggio</b>         |                    |                    |             |             | <b>Via Poggio</b>         |                    |                    |         |          |
| 2                         | Via Poggio         | SP31 Ovest         | 1,6         | 1,7         | 2                         | Via Poggio         | SP31 Ovest         | LOS A   | LOS A    |
|                           | Via Poggio         | Via San Carlo Sud  | 0,0         | 0,0         |                           | Via Poggio         | Via San Carlo Sud  | -       | -        |
|                           | Via Poggio         | Via San Carlo Nord | 1,5         | 1,5         |                           | Via Poggio         | Via San Carlo Nord | LOS A   | LOS A    |
|                           | Via Poggio         | SP19               | 1,3         | 2,1         |                           | Via Poggio         | SP19               | LOS A   | LOS A    |
| Media ramo                |                    |                    | 1,6         | 1,7         | Media ramo                |                    |                    | LOS A   | LOS A    |
| <b>Via San Carlo Sud</b>  |                    |                    |             |             | <b>Via San Carlo Sud</b>  |                    |                    |         |          |
| 3                         | Via San Carlo Sud  | SP31 Ovest         | 3,5         | 3,3         | 3                         | Via San Carlo Sud  | SP31 Ovest         | LOS A   | LOS A    |
|                           | Via San Carlo Sud  | Via Poggio         | 0,0         | 0,0         |                           | Via San Carlo Sud  | Via Poggio         | -       | -        |
|                           | Via San Carlo Sud  | Via San Carlo Nord | 0,0         | 0,0         |                           | Via San Carlo Sud  | Via San Carlo Nord | -       | -        |
|                           | Via San Carlo Sud  | SP19               | 0,0         | 0,0         |                           | Via San Carlo Sud  | SP19               | -       | -        |
| Media ramo                |                    |                    | 3,5         | 3,3         | Media ramo                |                    |                    | LOS A   | LOS A    |
| <b>Via San Carlo Nord</b> |                    |                    |             |             | <b>Via San Carlo Nord</b> |                    |                    |         |          |
| 4                         | Via San Carlo Nord | SP31 Ovest         | 2,8         | 2,7         | 4                         | Via San Carlo Nord | SP31 Ovest         | LOS A   | LOS A    |
|                           | Via San Carlo Nord | Via Poggio         | 2,7         | 2,9         |                           | Via San Carlo Nord | Via Poggio         | LOS A   | LOS A    |
|                           | Via San Carlo Nord | Via San Carlo Sud  | 2,1         | 2,2         |                           | Via San Carlo Nord | Via San Carlo Sud  | LOS A   | LOS A    |
|                           | Via San Carlo Nord | SP19               | 0,0         | 0,0         |                           | Via San Carlo Nord | SP19               | -       | -        |
| Media ramo                |                    |                    | 2,8         | 2,7         | Media ramo                |                    |                    | LOS A   | LOS A    |
| <b>SP19</b>               |                    |                    |             |             | <b>SP19</b>               |                    |                    |         |          |
| 5                         | SP19               | SP31 Ovest         | 14,2        | 12,9        | 5                         | SP19               | SP31 Ovest         | LOS B   | LOS B    |
|                           | SP19               | Via Poggio         | 14,3        | 12,5        |                           | SP19               | Via Poggio         | LOS B   | LOS B    |
|                           | SP19               | Via San Carlo Sud  | 0,0         | 0,0         |                           | SP19               | Via San Carlo Sud  | -       | -        |
|                           | SP19               | Via San Carlo Nord | 15,7        | 13,5        |                           | SP19               | Via San Carlo Nord | LOS C   | LOS B    |
| Media ramo                |                    |                    | 14,5        | 12,9        | Media ramo                |                    |                    | LOS B   | LOS B    |
| <b>Intersezione</b>       |                    |                    |             |             | <b>Intersezione</b>       |                    |                    |         |          |
| Media intersezione        |                    |                    | 5,5         | 5,1         | Media intersezione        |                    |                    | LOS A   | LOS A    |

| Lunghezza massima delle code |              |          |  |  |
|------------------------------|--------------|----------|--|--|
| 8:00 - 9:00                  |              |          |  |  |
|                              | Attuale      | Progetto |  |  |
|                              | Lmaxcode (m) |          |  |  |
| SP31 Ovest                   | 26           | 27       |  |  |
| Via Poggio                   | 25           | 24       |  |  |
| Via San Carlo Sud            | 2            | 1        |  |  |
| Via San Carlo Nord           | 40           | 33       |  |  |
| SP19                         | 97           | 80       |  |  |
| Media Intersezione           | 38           | 33       |  |  |

| Lunghezza media delle code |              |          |  |  |
|----------------------------|--------------|----------|--|--|
| 8:00 - 9:00                |              |          |  |  |
|                            | Attuale      | Progetto |  |  |
|                            | Lmedcode (m) |          |  |  |
| SP31 Ovest                 | 0            | 0        |  |  |
| Via Poggio                 | 0            | 0        |  |  |
| Via San Carlo Sud          | 0            | 0        |  |  |
| Via San Carlo Nord         | 1            | 1        |  |  |
| SP19                       | 10           | 8        |  |  |
| Media Intersezione         | 2            | 2        |  |  |

Dal confronto dei dati riportati nelle tabelle si evince come l'insediamento dei nuovi comparti, non comporti sostanziali modifiche alle performance dell'intersezione in questione, la quale risulta ancora in grado di fornire allo stesso modo i massimi standard di funzionamento.

Per quanto riguarda i tempi di ritardo e la lunghezza delle code medie e massime non si evincono sostanziali differenze rispetto allo scenario attuale con il LOS A.

Si può quindi affermare che la situazione in essere per questa rotatoria risulta più che accettabile ai fini dell'insediamento dei nuovi comparti.

Complessivamente, dunque, l'analisi delle principali intersezioni della rete stradale che serve il Polo San Carlo, anche grazie agli interventi infrastrutturali previsti, mostra non solo una situazione di compatibilità con le previsioni insediative dei nuovi comparti logistici, ma soprattutto un netto miglioramento rispetto alla situazione attuale.

## 8 INDICAZIONI PER UNA MAGGIORE SOSTENIBILITA'

Nei precedenti capitoli dello Studio, che hanno lo scopo di verificare la capacità del sistema stradale attuale e futuro di supportare i nuovi insediamenti, prevedendo eventuali criticità, sono stati utilizzati non solo parametri cautelativi per la generazione dei flussi veicolari, sia leggeri che pesanti, dai comparti oggetto di analisi, ma sono state fatte anche assunzioni cautelative in merito a:

- impiego dell'auto privata da parte degli addetti per gli spostamenti casa-lavoro, prevedendone un uso al 100%
- coincidenza temporale degli ingressi e delle uscite degli addetti in corrispondenza di inizio-fine turno in tutti i nuovi comparti.

Di seguito si riportano gli esiti di alcune simulazioni effettuate con lo scopo di testare i benefici ottenibili adottando da un lato azioni mirate a favorire il passaggio a modalità di spostamento maggiormente sostenibili da parte degli addetti per i movimenti casa-lavoro; dall'altro un'azione di coordinamento nella gestione dei tempi, a livello di macroarea, finalizzata a regolare gli orari di ingresso-uscita degli addetti con l'obiettivo di ridurre il più possibile le sovrapposizioni almeno tra i nuovi comparti.

Per quanto riguarda il primo tema si è visto nel paragrafo 3.2 come un'indagine effettuata, in preparazione del PUMS, sugli addetti insediati attualmente nel Polo San Carlo, e indirizzata tra le altre cose a verificare quali mezzi venissero utilizzati per recarsi al lavoro, abbia mostrato come l'uso dell'auto privata raggiunga quasi il 95% del totale, mentre le altre modalità di trasporto non arrivino neanche al 2% ciascuna.

Si è visto anche come, a partire dal PUMS, vi siano previsioni di potenziamento sia del sistema di trasporto collettivo, SFM e TPL, che di creazione di una nuova rete ciclabile in grado di connettere la Stazione di Castel San Pietro con il Polo, e in specifico con tutti i nuovi comparti logistici oggetto di verifica. Inoltre, nel periodo transitorio si prevede la possibilità di attivare una navetta di collegamento tra la stessa stazione e l'area produttiva.

Si è dunque fatta un'ipotesi di ripartizione modale che tenga conto dell'attuazione di queste misure. Lo scenario proposto, che non vuole certo essere una previsione, ma si basa anche su alcuni casi di situazioni che hanno affinità con quella presa in esame, può essere utile a fornire un'indicazione di massima dell'effetto che queste azioni potrebbero avere sui flussi di traffico previsti nello scenario futuro.

La tabella che segue riprende i risultati ottenuti dall'indagine prima ricordata e mostra l'ipotesi di ripartizione modale che verrà utilizzata per simularne gli effetti.

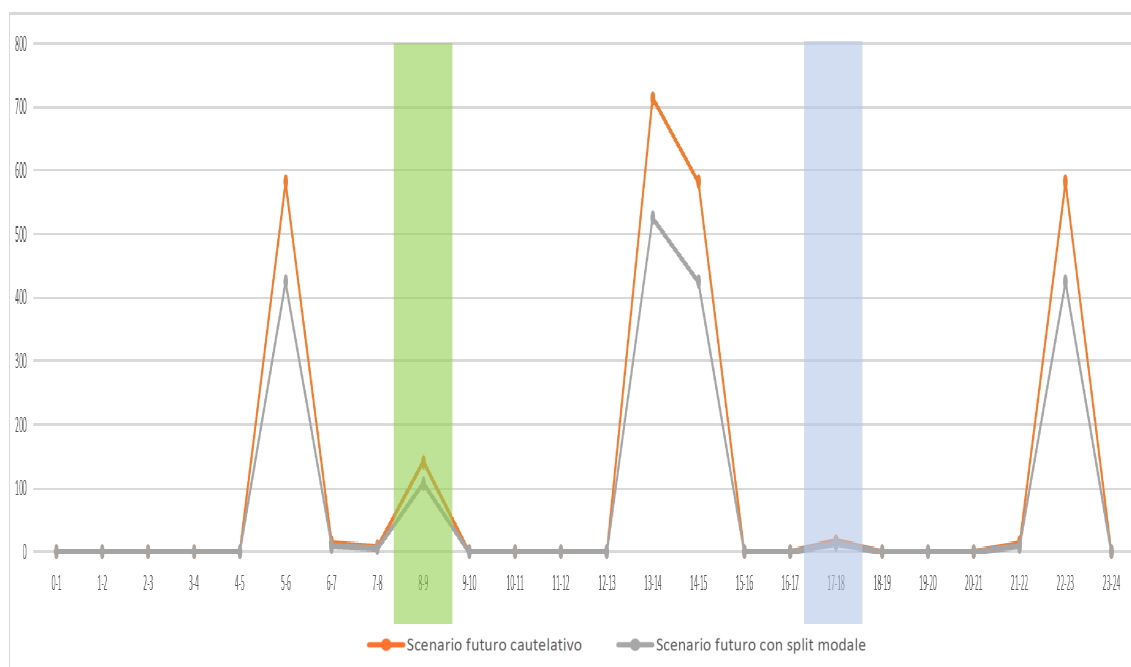
**Tab. 8.1 - Mezzi di trasporto in uso quotidiano per recarsi al lavoro, situazione attuale e ipotesi di utilizzo nello scenario futuro**

| Modalità                    | Attuale | Futuro a breve |
|-----------------------------|---------|----------------|
| Auto come conducente        | 94,7%   | 74,0%          |
| Auto come passeggero        | 0,4%    | 0,4%           |
| Auto + treno                | 0,4%    | 0,4%           |
| Autobus extraurbano/Navetta | 1,1%    | 14,0%          |
| Car pooling                 | 1,5%    | 5,0%           |
| Moto/Motociclo              | 1,9%    | 2,0%           |
| Bicicletta                  | 0,0%    | 4,2%           |

Adottando questi coefficienti, in particolare quello dell'uso dell'auto privata pari al 74%, nell'ora di punta giornaliera dei veicoli in ingresso-uscita dall'insieme dei comparti si passerebbe dai circa 714 v/h dello scenario cautelativo ai 525 v/h dello scenario con split modale, con una riduzione del 26,5%.

Il grafico che segue mostra l'andamento orario nei due scenari futuri senza e con split modale, in cui si può vedere la riduzione che si otterrebbe oltre che nell'ora di punta giornaliera collocata tra le ore 13 e le 14, anche nelle altre ore di picco relativo tra le ore 5 e le 6 e tra le ore 22 e le 23. Un piccolo beneficio si otterrebbe anche nell'ora di punta del traffico complessivo sulla rete collocata tra le ore 8 e le 9.

**Graf. 8.1 - Confronto tra i flussi di veicoli leggeri indotti complessivamente da tutti i nuovi comparti nelle diverse ore del giorno nello scenario futuro cautelativo e in quello con l'ipotesi di split modale**



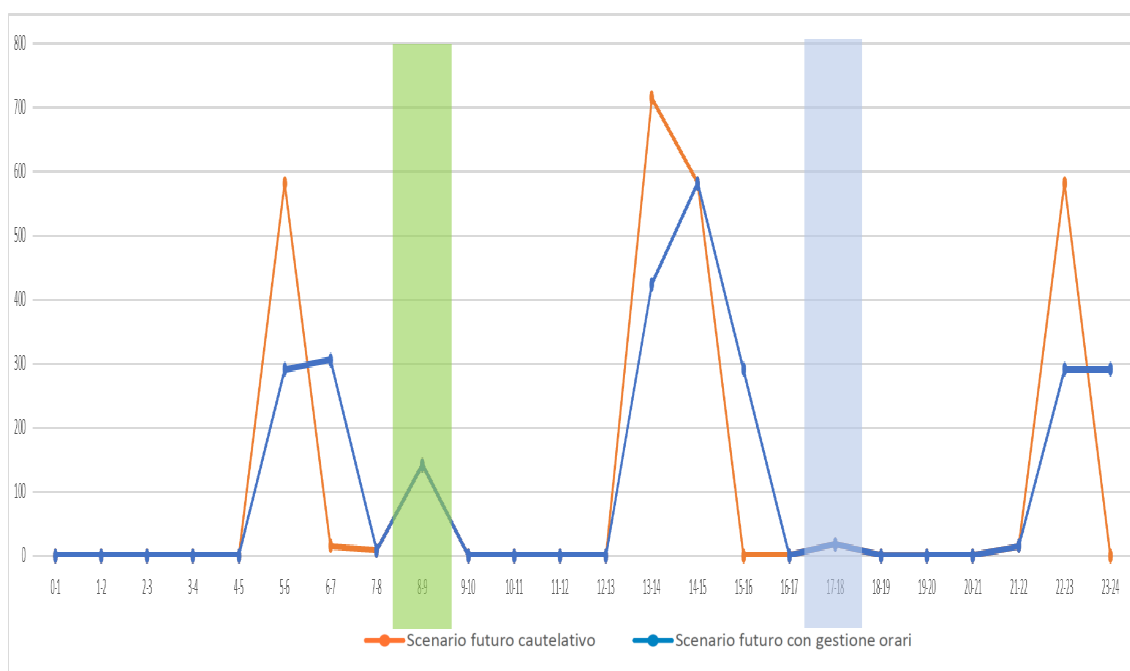
Sul secondo tema, cioè la gestione coordinata dei tempi di ingresso-uscita degli addetti a livello di macroarea o comunque per i nuovi comparti, le modalità applicative possono essere diverse. Di seguito riportiamo una ipotesi che vede uno sdoppiamento degli ingressi e delle uscite su due ore consecutive per tutti i nuovi comparti. Ad esempio, gli ingressi del primo turno previsto nello scenario di base alle ore 6 verrebbero distribuiti metà alle ore 6 e metà nell'ora successiva. Naturalmente, in presenza di un coordinamento d'area si potrebbe invece adottare uno scaglionamento a livello di interi comparti, con una logica che tenga conto del peso relativo degli addetti in ciascun comparto, la collocazione di ciascuno di essi rispetto alla viabilità di accesso, e non ultimo le esigenze produttive delle singole aziende.

La simulazione mostrata di seguito segue l'ipotesi di uno sdoppiamento degli ingressi e delle uscite su due ore consecutive per tutti i nuovi comparti.

In questo modo, nell'ora di punta giornaliera per i veicoli degli addetti tra le ore 13 e le 14, si otterrebbe una riduzione del flusso di circa il 18,5% passando da 714 a 582 v/h.

Il grafico che segue mostra l'andamento orario nei due scenari futuri cautelativo e con distribuzione degli orari, in cui si può vedere come, anche in questo caso si otterrebbe una riduzione dei flussi oltre che nell'ora di punta giornaliera collocata tra le ore 13 e le 14, anche nelle altre ore di picco relativo tra le ore 5 e le 6 e tra le ore 22 e le 23, in questi ultimi casi anche in proporzione maggiore. Non si avrebbe invece una riduzione nell'ora di punta del traffico complessivo sulla rete collocata tra le ore 8 e le 9, fascia oraria interessata prevalentemente dall'arrivo degli addetti agli uffici per i quali non è stata applicato lo sfasamento dei tempi.

**Grf. 8.2 - Confronto tra i flussi di veicoli leggeri indotti complessivamente da tutti i nuovi comparti nelle diverse ore del giorno nello scenario futuro cautelativo e in quello con l'ipotesi di gestione distribuita degli orari di ingresso-uscita**



Naturalmente le due ipotesi, se verificate unitamente, potrebbero generare un effetto mitigativo dato dalla somma degli effetti con una riduzione pari a un terzo (-33,6) dei flussi veicolari degli addetti nell'ora di massima punta giornaliera tra le ore 13 e le 14, e anche maggiore nelle ore altre ore di picco relative.

Come si è detto, le azioni mirate a contenere l'uso dell'auto privata negli spostamenti casa-lavoro, per quanto riguarda il sistema generale della mobilità (SFM, TPL, grande rete ciclabile) sono già previste dal PUMS.

A livello locale andrebbero implementate, come macroarea (APEA) e/o attraverso gli accordi con gli attuatori, le azioni specifiche di mobility management da un lato e di attuazione delle infrastrutture di ultima istanza, quali i raccordi delle ciclabili alla dorsale principale, nonché la gestione coordinata dei tempi.

## 9 MONITORAGGIO POST OPERAM

Si è già visto come le valutazioni condotte in questo Studio hanno alla base una incertezza sulle caratteristiche specifiche delle attività logistiche che si insedieranno nei diversi comparti, per i quali, ad eccezione del comparto Ca' Bianca 6 – lotto 2, non risulta ancora individuabile l'utilizzatore finale.

Essendo le attività logistiche potenzialmente insediabili molto differenziate in termini di flussi veicolari indotti, in accordo con le finalità specifiche di questo Studio, che intendono verificare la capacità del sistema stradale attuale di supportare i nuovi insediamenti, prevedendo eventuali criticità, e in condivisione con il Servizio Pianificazione della mobilità della Città Metropolitana, è stato condotto un approfondimento di indagine sui parametri da utilizzare per la generazione dei flussi veicolari, giungendo all'individuazione e all'impiego di parametri cautelativi.

Di conseguenza è di grande interesse la previsione e lo svolgimento di un periodo di monitoraggio che aiuti a mantenere sotto controllo l'evoluzione del traffico indotto nel corso della progressiva attuazione dei comparti che sono stati oggetto delle verifiche e dei relativi interventi infrastrutturali.

Si propone dunque di seguito un piano di monitoraggio di massima, suscettibile di successivi affinamenti, che ha come obiettivo quello di verificare, una volta avviata la realizzazione dei comparti, se i flussi veicolari riscontrati sulla rete siano coerenti con le ipotesi di attrazione/generazione e scelta modale utilizzati nello studio e riguardanti gli addetti, nonché il numero e la tipologia dei veicoli impiegati per la movimentazione delle merci.

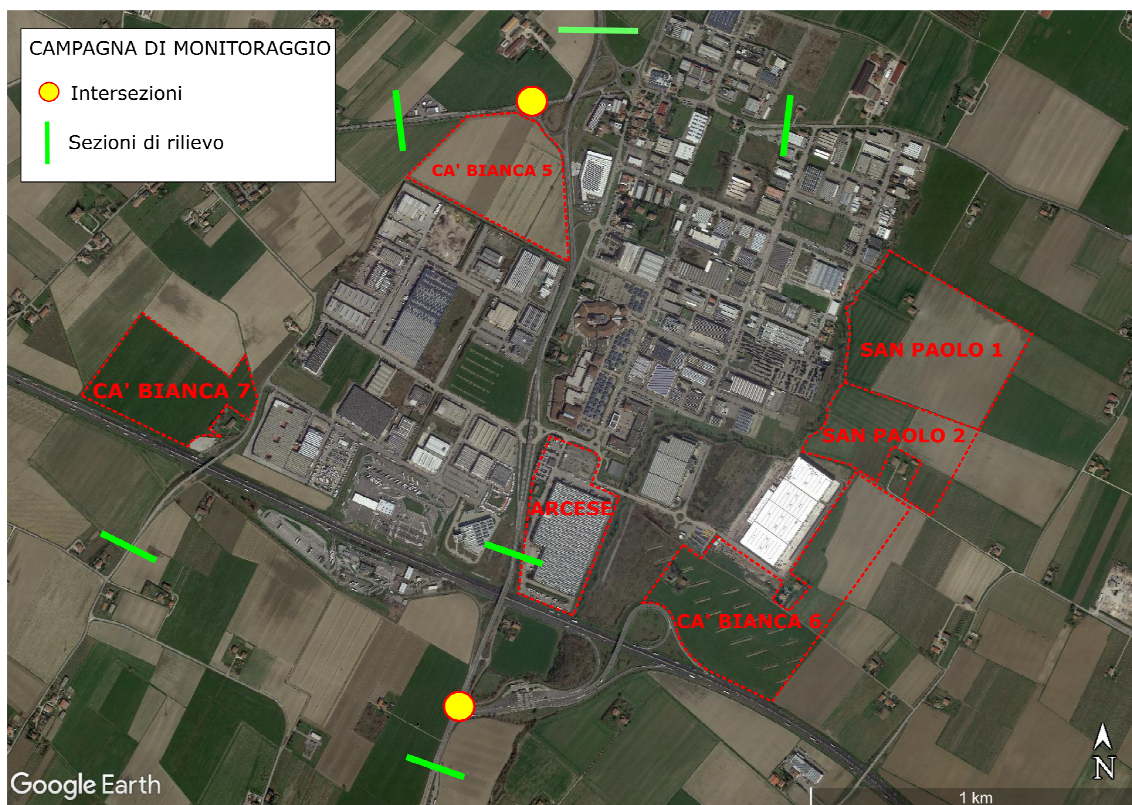
L'attuazione del monitoraggio, con cadenza annuale dovrebbe essere articolato prevedendo almeno:

- una campagna di monitoraggio del traffico veicolare sulla viabilità principale del polo San Carlo con:
  - rilievo di durata settimanale dei veicoli transitanti su alcune sezioni della viabilità principale con classificazione dei veicoli (leggeri e pesanti);
  - rilievo delle manovre di svolta su alcune delle intersezioni principali per le fasce orarie di punta 7-9 e 17-19 dei giorni in contemporanea con il rilievo delle sezioni;
- indagine conoscitiva, presso le aziende insediate nei nuovi comparti, su mezzi e modi di trasporto utilizzati, orari di ingresso e uscita, degli addetti per gli spostamenti casa-lavoro;
- indagine conoscitiva, presso le aziende insediate nei nuovi comparti, su mezzi utilizzati per il trasporto delle merci, orari di arrivo e partenza e numero di baie utilizzate, riferita ad una settimana tipo.

Nell'ambito dello svolgimento del monitoraggio andrebbero anche censiti nuovi interventi insediativi (o ampliamenti rilevanti di insediamenti già presenti) attivati nel periodo temporale intercorso dall'ultimo monitoraggio nell'ambito del Polo San Carlo ed eventuali cessazioni di attività già presenti nel polo.

L'immagine che segue presenta una proposta di posizionamento per le sezioni di rilievo e le principali intersezioni, da monitorare durante la campagna di rilievo.

Img. 9.1 - Sezioni di rilievo e intersezioni oggetto del monitoraggio



## 10 GREEN LOGISTICS

Le proposte dei nuovi comparti logistici si vanno ad insediare nel Polo San Carlo, uno dei quattro poli logistici, identificati dal PUMS-PULS metropolitano come siti deputati allo sviluppo delle attività logistiche.

Il PULS della città metropolitana di Bologna individua le strategie per la mobilità sostenibile delle merci; per quanto riguarda la logistica industriale possono essere d'indirizzo i seguenti stralci dalla relazione del PUMS Parte B – Mobilità delle merci.

**Tab. 10.1 – Estratto 1 dal PUMS CmBO Parte B – Mobilità delle merci, strategie**

### 4 LE AZIONI PROPOSTE PER LA LOGISTICA INDUSTRIALE

I principi delle proposte per l'ambito metropolitano, stante la situazione attuale rilevata, sono orientati a favorire un'inversione di tendenza per quanto riguarda i fenomeni di traffico camionistico e spread logistico. Nella fattispecie, le azioni di Piano dovranno da un lato trasferire una quota di domanda dalla modalità stradale a quella ferroviaria e dall'altra favorire la concentrazione dei traffici merci e il consolidamento delle spedizioni, al fine di ridurre ulteriormente il traffico camionistico e facilitare altre buone pratiche come la produttività dei nodi, le reti sostenibili, etc. LA concentrazione delle merci per ambiti territoriali è inoltre funzionale a supportare la specializzazione dei principali nodi intermodali e dei futuri insediamenti logistici in un'ottica di riduzione dello spread e dei relativi flussi di trasporto. Per quanto riguarda invece l'uso del trasporto ferroviario delle merci nell'area della Città metropolitana di Bologna, questo dovrà essere incrementato facendo leva sulla capacità attuale inutilizzata e sulla rilevante dotazione infrastrutturale.

Le azioni proposte rispondono a tutti e quattro i grandi obiettivi del PULS, riuscendo quindi a contribuire alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, alla riduzione dell'apporto alla congestione stradale dei veicoli merci, allo sviluppo del mercato della logistica e infine alla riduzione dello sprawl logistico sul territorio metropolitano.

Le strategie riguardanti la logistica industriale sono:

- l'incremento della quota modale su ferro (finalizzata alla riduzione della CO<sub>2</sub>),
- la razionalizzazione e concentrazione degli insediamenti logistico-produttivi (finalizzata a ridurre lo sprawl logistico con conseguente riduzione delle percorrenze dei veicoli sulla rete locale e quindi delle emissioni di CO<sub>2</sub>);
- l'introduzione della Certificazione Green Logistics come condizione per insediarsi;
- l'innovazione e specializzazione dei servizi logistici e la promozione dei grandi hub logistici (finalizzata allo sviluppo del mercato della logistica proponendo servizi innovativi con cui valorizzare gli hub logistici del territorio, migliorando al contempo i livelli di servizio di questi).

Img. 10.1 - Estratto 2 dal PUMS CmBO Parte B – Mobilità delle merci, Individuazione dei poli logistici



Figura 4-4 Ambiti localizzativi e hub logistici sul territorio della Città metropolitana

Secondo il PUMS “Gli ambiti selezionati sono stati scelti sulla base di una precisa logica funzionale, di accessibilità e di sostenibilità, finalizzata a garantire il minimo impatto ambientale e trasportistico delle diverse funzioni di logistica. Non ultimo è stato considerato il livello di l’accessibilità degli addetti per il raggiungimento del posto di lavoro, selezionando localizzazioni che consentano l’accessibilità ai nodi di accesso del trasporto pubblico metropolitano, primo tra tutti il sistema ferroviario regionale. Tali ambiti, vocati alla logistica di medio-grande dimensione, per essere sostenibili e garantire servizi minimi agli addetti devono essere collegati attraverso una rete ciclabile al TPM e al centro abitato più vicino.”

Le proposte insediative dei nuovi comparti logistici all’interno del Polo San Carlo danno attuazione alle previsioni del PUMS, là dove questo richiede per le grandi strutture logistiche il superamento del modello insediativo diffusa e la concentrazione in pochi poli logistici dotati da un lato di grande accessibilità dalla rete primaria per la mobilità delle merci, dall’altro di una

buona accessibilità al sistema di trasporto collettivo e alla rete della mobilità attiva per consentire agli addetti di muoversi tra casa e lavoro in maniera più sostenibile.

Come si è già visto, oltre che nel PULS, anche nelle recenti analisi sviluppate nell'ambito del QC del PTM 2020 sugli ambiti produttivi, la Z.I. San Carlo è stata valutata con un grado di accessibilità già alto nello scenario attuale e destinato a migliorare sino a raggiungere l'ottimo nello scenario a regime previsto dal PUMS, sia riguardo al sistema TPL che alla rete ciclabile (si veda il precedente paragrafo 2.2).

Il PULS inoltre propone di consentire la nuova localizzazione nei poli individuati alle imprese logistiche che si impegnano ad intraprendere il percorso di Certificazione Green, finalizzato al monitoraggio e verifica della sostenibilità delle proprie politiche aziendali, quale condizione di autorizzazione all'insediamento.

La certificazione ambientale e sociale proposta per la scala metropolitana costituisce un riferimento per i Comuni che intendono regolare lo sviluppo e/o la riqualificazione di determinati ambiti, prevedendo anche sistemi premianti per i comportamenti più virtuosi delle imprese.

Di seguito vengono elencati i requisiti fissati dal PULS per la concessione della Certificazione Green.

**Img. 10.2 - Estratto 3 dal PUMS CmBO Parte B – Mobilità delle merci, requisiti per la certificazione Green Logistic**

- Analisi e pianificazione continua delle modalità di produzione e distribuzione dei propri prodotti e dei servizi di logistica, che comprenda una determinata percentuale di merci trasportate su ferro e/o mezzi non inquinanti e l'utilizzo per la distribuzione urbana di una determinata percentuale di veicoli elettrici.
- Esistenza di un programma di azioni di Mobility Management per favorire lo spostamento con mezzi sostenibili da parte degli addetti, tenendo conto della presenza del servizio di trasporto pubblico e dei collegamenti ciclabili anche nella scelta localizzativa.
- Esistenza di un programma di efficientamento dei servizi offerti in condivisione con gli altri eventuali attori presenti nel cluster (condivisione mezzi e spazio di carico/scarico, programma di riduzione dei viaggi a vuoto, incentivo al modal shift, utilizzo flotta ibrido-elettrica etc.).
- Esistenza di un programma di mitigazione/azzeramento dei rischi ambientali derivanti dalla propria attività logistica.
- Esistenza di un programma di sviluppo aziendale che includa parametri e criteri di sostenibilità ambientale.
- Rispetto della Carta dei diritti fondamentali dei lavoratori.
- Rispetto degli standard ISO 14000.
- Analisi delle esternalità prodotte e loro monetizzazione.
- Esistenza di un programma di sviluppo aziendale che includa parametri e criteri di sostenibilità ambientale.

- Esistenza di un programma di aggiornamento aziendale sulle nuove pratiche e sui nuovi sistemi di produzione più ecosostenibili.
- Continuo aggiornamento e formazione del personale e dello staff.
- Continua analisi delle prestazioni dei veicoli e mezzi utilizzati (efficienza energetica, consumo delle risorse, rapporto sulle performance, ecc.).
- Continuo controllo delle modalità di utilizzo dei macchinari e dei veicoli aziendali (consumo medio, stile di guida, consumo degli pneumatici, ecc.).

I vantaggi perseguiti dal PULS con l'integrazione e l'aggregazione dei servizi e delle attività logistiche in ambiti appositamente identificati riguardano sia la collettività (migliore uso del suolo e minore impatto ambientale) ma anche direttamente le imprese che si insedieranno nei centri logistici (dal contributo alla crescita, allo sviluppo economico, al perfezionamento operativo).

Tuttavia, è necessario considerare che, come si riscontra per i comparti oggetto di questo studio, in molti casi il processo insediativo viene attivato non dall'azienda che si insedierà, ma dai promotori dell'azione immobiliare. Saranno poi questi ultimi a dovere trasferire successivamente agli insediandi i patti sottoscritti al momento del convenzionamento che, per ovvi motivi, difficilmente potranno riguardare aspetti gestionali aziendali specifici.

Anche al fine del raggiungimento degli indirizzi previsti per la Green Logistic, va ricordato che il Polo San Carlo è stato individuato come APEA-Ambito Produttivo Ecologicamente Attrezzata e quindi dovrebbe essere in grado di offrire infrastrutture e servizi comuni e una gestione ambientale condivisa e partecipata.

Al Soggetto Gestore, cui è affidata la gestione complessiva dell'APEA, potrebbero essere affidate le attività di gestione e coordinamento anche riguardo alla Green Logistic, ad esempio per quanto riguarda il tema di questo studio, delle azioni di Mobility Management per favorire lo spostamento con mezzi sostenibili da parte degli addetti (TPL e ciclabilità).

Sempre al Soggetto gestore dell'APEA potrebbe essere affidato il compito del Monitoraggio proposto nel precedente capitolo.

Va ricordato infine che, allo stato attuale, gli attuatori dei comparti oggetto di questo Studio risultano essere inseriti all'interno di un tavolo di confronto con le Amministrazioni interessate in merito alle tematiche che riguardano il supporto all'implementazione di un trasporto collettivo transitorio tra la stazione del Servizio ferroviario Metropolitano di Castel San Pietro e l'area produttiva, nonché della progettazione della rete ciclabile nell'area e della dorsale ciclabile prevista dal PUMS lungo la provinciale San Carlo sino alla stazione.

## 11 SINTESI E CONCLUSIONI

Lo Studio del traffico è stato finalizzato alla valutazione degli effetti sulla mobilità dell'attuazione di sei comparti, che prevedono l'insediamento di attività logistiche, all'interno del Polo produttivo San Carlo, posto tra i territori comunali di Castel San Pietro Terme e Castel Guelfo.

Nel Polo si prevede, al momento, la realizzazione dei seguenti insediamenti logistici:

- ASP.ANS1.1 Cà Bianca 5
- ASP.ANS2.2 Cà Bianca 6 -Lotti 1 e 2
- ASP.ANS2.1 Cà Bianca 7

in comune di Castel San Pietro Terme;

- ASP\_A5a San Paolo 1
- AN2.2 San Paolo 2

in comune di Castel Guelfo.

Oltre a questi sei ambiti nello Studio si è tenuto conto anche della già prevista espansione del comparto Arcese sempre in comune di Castel San Pietro Terme.

Lo Studio del traffico è partito dalla **ricostruzione dell'andamento dei flussi** sui rami del grafo della viabilità interessata dall'intervento per un giorno feriale dello scenario attuale, ottenuta attraverso l'impiego di uno specifico modello di simulazione, e l'assegnazione della matrice della domanda, desunta dalle elaborazioni sui dataset collezionanti, non essendo stato possibile compiere campagne di monitoraggio per effetto del lockdown causato dall'epidemia di COVID-19.

Successivamente si è passati **alla stima del traffico indotto dalle attività** previste nello scenario futuro che tiene in considerazione interventi insediativi in corso o già approvati all'interno del Polo San Carlo, che verosimilmente si realizzeranno all'interno di un orizzonte temporale di medio termine, per i quali non è ancora possibile individuare l'utilizzatore finale.

Essendo le attività logistiche potenzialmente insediabili molto differenziate in termini di flussi veicolari indotti, in accordo con le finalità specifiche di questo Studio, che intendono verificare la capacità del sistema stradale attuale di supportare i nuovi insediamenti, prevedendo eventuali criticità, in condivisione con il Servizio Pianificazione della mobilità della Città Metropolitana, sono stati assunti parametri cautelativi da utilizzare per la generazione dei flussi veicolari, sia leggeri che pesanti, dai comparti oggetto di analisi.

**Il carico urbanistico complessivo di tutti i comparti insediati nello scenario di progetto è stato così stimato a partire dalle previsioni insediative in termini di superfici destinate ai diversi usi, in circa 2.650 unità/g.**

Per quanto riguarda i flussi di traffico generati e attratti, sulla base dei dati del carico urbanistico, utilizzando opportuni coefficienti rapportati alle diverse destinazioni d'uso, sono stati stimati gli spostamenti complessivi. In particolare, per gli addetti dei comparti è stato adottato in via cautelativa un utilizzo del veicolo privato pari al 100%.

Nonostante infatti gli attuatori dei comparti analizzati prevedano nelle loro proposte progettuali percorsi ciclabili che contribuiranno ad attuare la rete ciclabile indicata dalla

pianificazione urbanistica per il Polo San Carlo e hanno espresso disponibilità a contribuire ai costi di un servizio di trasporto collettivo transitorio (navetta) tra la Stazione di Castel San Pietro e l'area produttiva, si è deciso cautelativamente di non considerarne il potenziale contributo alla riduzione dell'uso dell'auto da parte degli addetti.

Il flusso giornaliero di veicoli generati-attratti risulta stimato in circa 2.658 veicoli/g in termini di veicoli leggeri e 2.679 veicoli/g in termini di mezzi pesanti. L'incidenza del traffico pesante nei flussi prodotti in questo scenario risulta dunque significativa, essendo stimata in circa il 50% del totale dei veicoli giornalieri.

Nell'ora di punta del mattino tra le 8 e le 9 il flusso orario legato agli addetti in ingresso e uscita è stimato in circa 142 v/h, mentre l'ora di punta massima giornaliera si colloca tra le ore 13 e le 14 con circa 700 v/h in corrispondenza del cambio turno.

Per quanto riguarda il flusso orario legato ai mezzi pesanti tra le ore 8 e le 9, si riscontano come somma di ingressi e uscite un totale di 180 veicoli/g.

Definito lo scenario futuro in termini di carico urbanistico e di traffico indotto dai nuovi comparti, dal punto di vista delle opere infrastrutturali sono stati sviluppati due scenari, il primo che non prevede interventi infrastrutturali aggiuntivi, se non quelli strettamente legati a garantire l'accessibilità dei comparti, e un secondo che invece va a implementare le seguenti opere:

- Trasformazione dell'intersezione tra il collegamento al casello autostradale di Castel San Pietro Terme sulla A14 e la SP n19 via San Carlo in intersezione a rotatoria; CASELLO
- Trasformazione dell'intersezione tra la SS n.9 via Emilia Levante, via Cova e via Roma in intersezione a rotatoria; CSP 6
- Trasformazione dell'intersezione tra la SP 31 via Stradelli Guelfi e via Legnana in intersezione a rotatoria; CSP 12
- Trasformazione dell'intersezione tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi e via Cartara in intersezione a rotatoria; CSP 13
- Trasformazione dell'intersezione tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi, e via dell'Industria in intersezione a rotatoria. CG 1

Attraverso il modello del traffico sono state successivamente effettuate le simulazioni dei tre scenari attuale, futuro senza interventi infrastrutturali aggiuntivi e futuro con interventi infrastrutturali, per i quali sono stati simulati i flussi veicolare sugli archi della rete e calcolati i principali indicatori trasportistici.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni sono state svolte le valutazioni degli effetti della realizzazione dei nuovi comparti negli scenari futuri, attraverso il confronto fra i flussi di traffico su alcune sezioni di controllo dei principali archi della rete e di un set di indicatori trasportistici per la rete stradale di riferimento nella situazione attuale e negli scenari futuri. Il confronto è stato effettuato per l'ora di punta della mattina tra le ore 8 e le 9 del giorno feriale.

Il primo confronto è stato svolto tra lo scenario futuro senza interventi infrastrutturali e lo scenario attuale, i risultati ottenuti dalle macrosimulazione per questi scenari mostrano come l'attuazione delle proposte per tutti i comparti porti, nell'ora di punta tra le 8 e le 9, a un incremento del traffico dai circa 33.620 ai circa 35.055 chilometri percorsi (+4,3%).

Seppur l'attuazione dei comparti ha come prima conseguenza un generale aumento dei flussi veicolari sugli archi della rete, per il fenomeno della congestione i risultati ottenuti si

traducono in un sostanziale mantenimento delle situazioni già in essere, che vede una rete in condizioni di normale funzionamento con un indice inferiore a 75, soglia di precongestione, che viene superata solo in alcune situazioni localizzate.

Il secondo confronto, svolto tra lo scenario futuro con e senza interventi infrastrutturali aggiuntivi, mira a valutare gli effetti delle nuove opere introdotte, considerando che non vi sono modifiche alla domanda di spostamenti.

Dal confronto tra i due scenari emerge che a seguito dell'attuazione degli interventi infrastrutturali, si verificano alcune modifiche nella scelta degli itinerari da parte dei veicoli sulla rete, con un lieve incremento dei chilometri percorsi nell'ora da circa 35.055 a 35.200 (+0,4%).

In termini di congestione i nuovi interventi infrastrutturali non modificano sostanzialmente le condizioni di circolazione sulla rete, che permane in uno stato di buon funzionamento, con l'indice di congestione che globalmente rimane inferiore a 75, soglia della precongestione. Permangono anche in questo scenario limitati fenomeni di precongestione per gli archi in prossimità dell'intersezione tra la SS n.9, via Cova e via Roma.

conclusioni 2°  
SCENARIO

**A livello macro si può dunque concludere che l'attuazione dei nuovi comparti non produce situazioni di criticità sulla rete, che anzi mostra ancora, nello scenario futuro, una buona capacità residua.**

**Lo studio ha svolto anche una verifica più approfondita nei confronti delle principali intersezioni che garantiscono l'accesso al polo San Carlo.**

La verifica è stata svolta con l'utilizzo di un modello di micro-simulazione (VISSIM), determinando, per ciascuna intersezione, il livello di servizio (LOS) e la lunghezza potenziale della formazione di code sui rami di accesso, nell'ora di punta della mattina, mettendo a confronto lo scenario attuale con quello di progetto o comunque con i flussi futuri.

Tra le quattro intersezioni oggetto di verifica quelle oggetto di trasformazione in rotonda hanno mostrato i maggiori benefici in termini di miglioramento del livello di servizio offerto.

**L'intersezione A** tra il casello dell'autostrada A14 Castel San Pietro Terme e la SP n.19 via San Carlo, tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto con inserimento della nuova rotonda passa da un LOS B a un LOS A, con un netto miglioramento per il ramo del casello autostradale.

Analogamente **l'intersezione B** tra la SS.9 via Emilia, via Cova e via Roma che vede una trasformazione da intersezione semaforizzata a ciclo fisso in intersezione a rotonda, nel passaggio dallo scenario attuale a quello di progetto vede netti miglioramenti. Il LOS complessivo offerto passa da LOS E dello scenario attuale a LOS A dello scenario di progetto con una significativa diminuzione degli accodamenti medi e massimi per tutti i rami dell'intersezione.

**L'intersezione C**, tra la SP n.31 via Stradelli Guelfi e la SP n.19 via Sa Carlo, già oggi a rotonda, nello scenario di progetto vede l'inserimento di un nuovo ramo di accesso al nuovo comparto Cà Bianca 5. Tale intervento va a interferire limitatamente con i flussi veicolari che provengono dal ramo Ovest della SP n.31. In termini di livello di servizio offerto nei due scenari attuale e futuro l'intersezione presenta globalmente un LOS A, mentre il ramo Ovest di della SP n.31 passa da LOS A a LOS B.

L'intersezione D tra la SP n.31 e, la SP n.19, e via San Carlo che non risulta essere interessata da modifiche alla geometria dell'intersezione, pur a seguito dell'attuazione dei nuovi comparti logistici e dei conseguenti incrementi dei flussi veicolari sulla rete, mantiene in entrambi gli scenari un livello di servizio globale pari a LOS A.

In conclusione, a seguito delle analisi condotte, è possibile ritenere che gli effetti sulla mobilità indotti nello scenario futuro dalla realizzazione delle proposte insediative valutate, nonostante gli incrementi dei flussi veicolari previsti adottando criteri cautelativi, non producano situazioni di criticità e siano da considerare sostenibili.

La rete stradale che serve il Polo anche nello scenario futuro conserva buone riserve di capacità, anche grazie agli interventi infrastrutturali previsti, in particolare i due interventi riguardanti la trasformazione in rotatoria delle due intersezioni tra la SP n. 19 San Carlo e il ramo del casello autostradale e tra la via Emilia, via Cova e via Roma, che risultano necessari per il superamento di alcune criticità rilevate nello scenario attuale.

Si è visto infine come gli interventi a sostegno di un uso più sostenibile dei mezzi per gli spostamenti casa-lavoro, quali il miglioramento del servizio del TPL o il completamento della rete ciclabile, ma soprattutto azioni di tipo organizzativo come il coordinamento degli orari dei turni di lavoro a livello di macroarea, porterebbero ad una sensibile riduzione dei fenomeni di picco dei flussi veicolari.

Queste ultime azioni, insieme a quelle di mobility management di area, e anche a quelle di monitoraggio proposte successivamente alle fasi attuative, potrebbero trovare un utile supporto nella concretizzazione del Soggetto Gestore dell'Area Produttiva Ecologicamente Attrezzata già stabilita per il Polo San Carlo.



## **ALLEGATI**

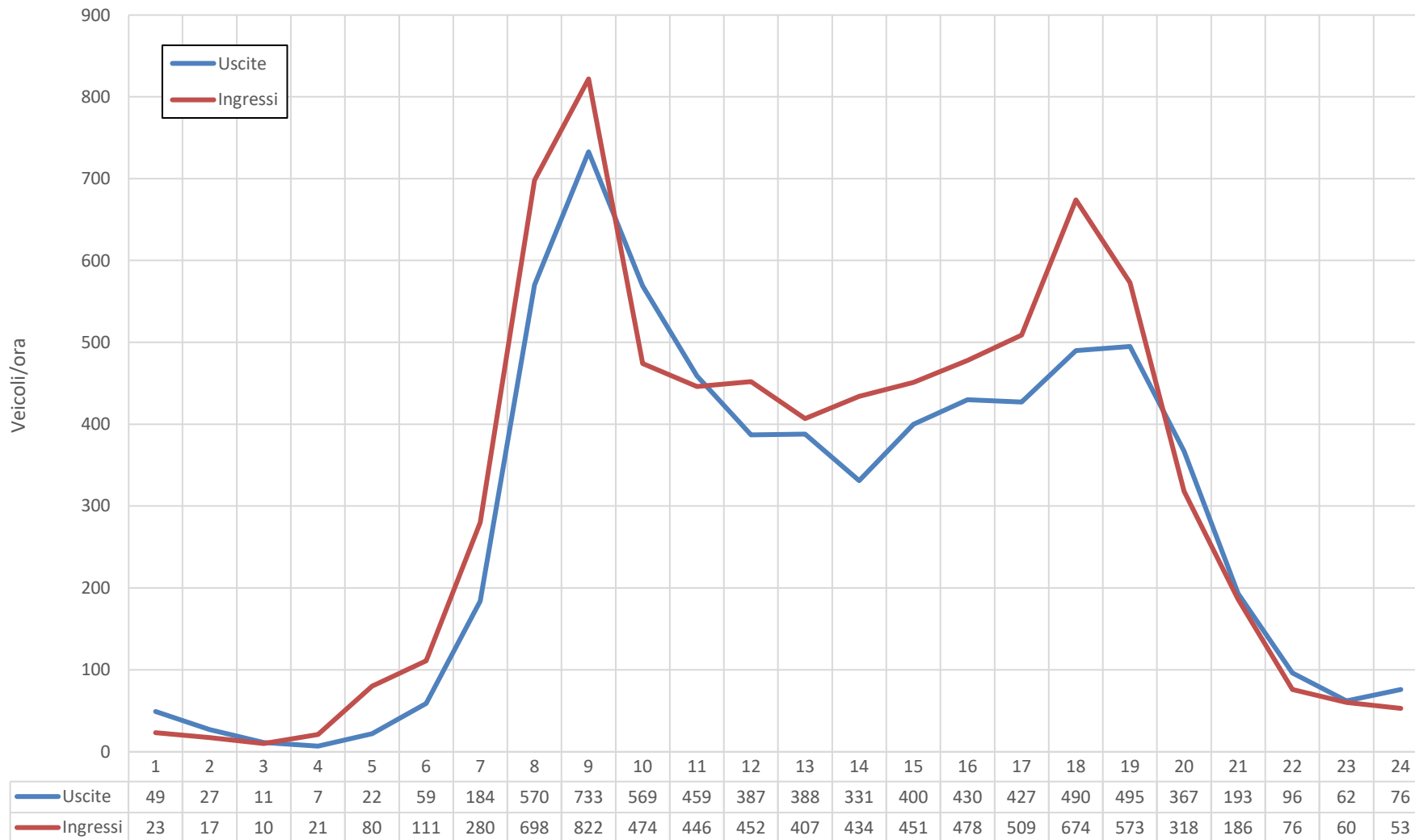


Comune: Castel San Pietro Terme

Lunedì 11/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

Flussi Totali

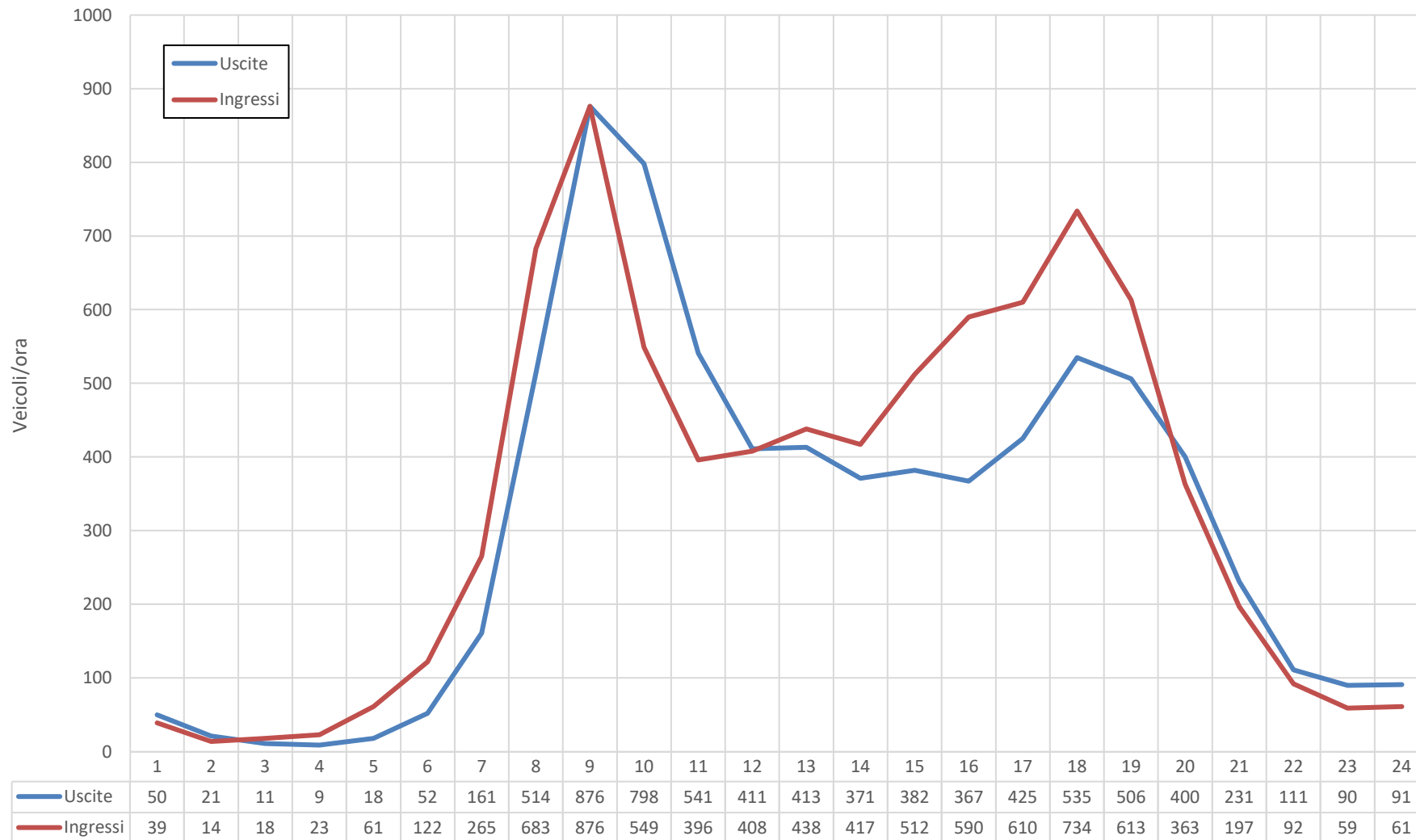


Comune: Castel San Pietro Terme

Martedì 12/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

Flussi Totali

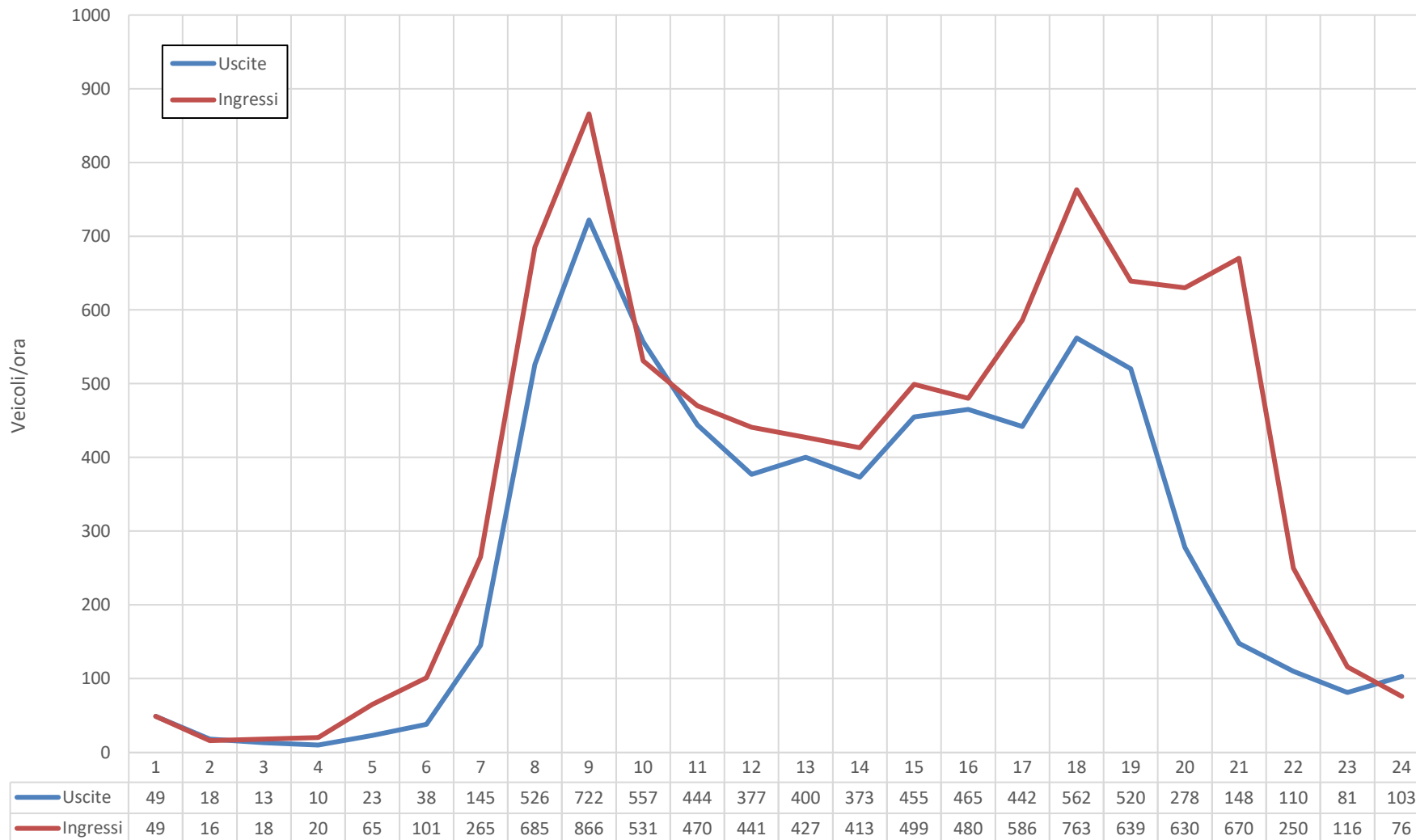


Comune: Castel San Pietro Terme

Mercoledì 13/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

Flussi Totali

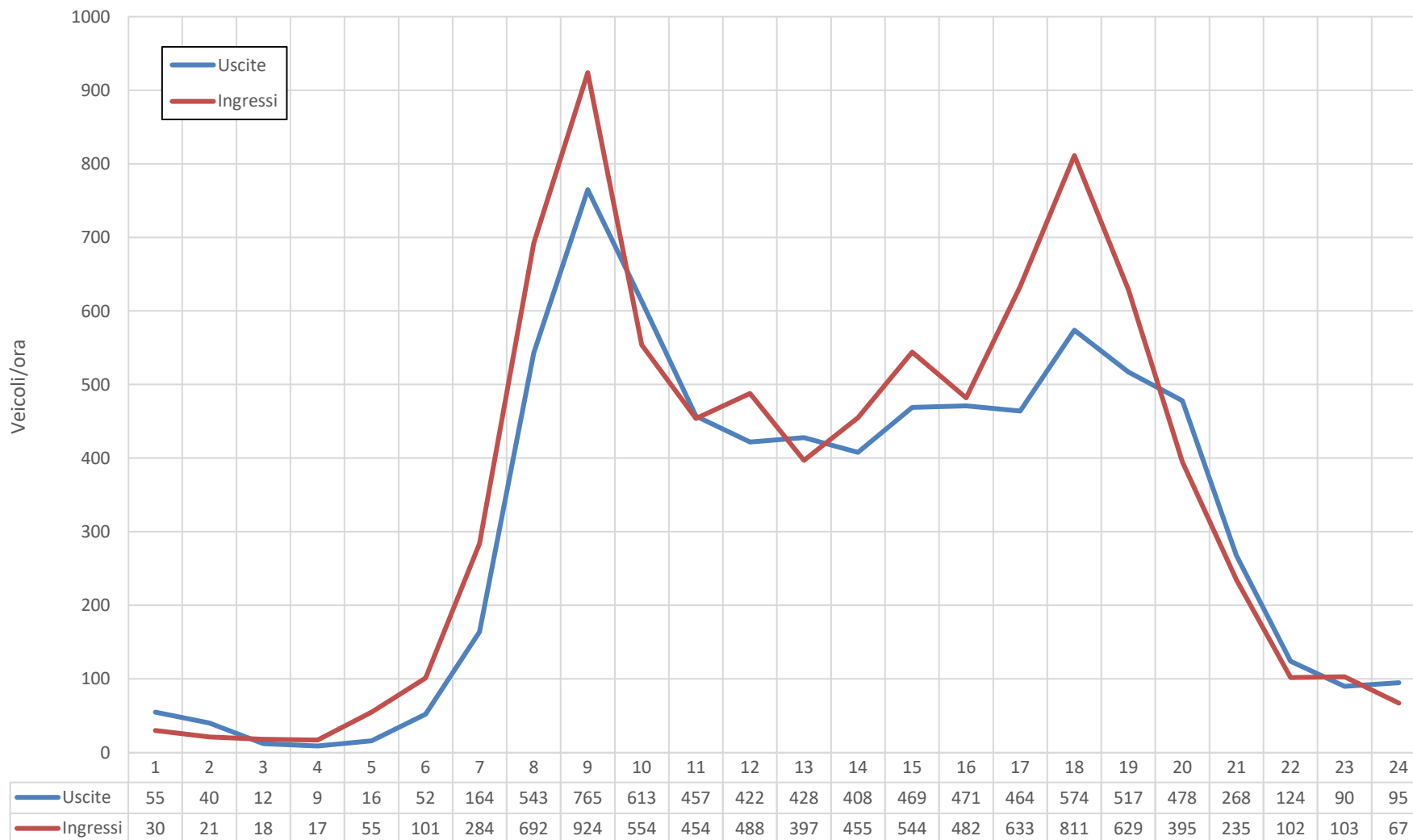


Comune: Castel San Pietro Terme

Giovedì 14/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

Flussi Totali

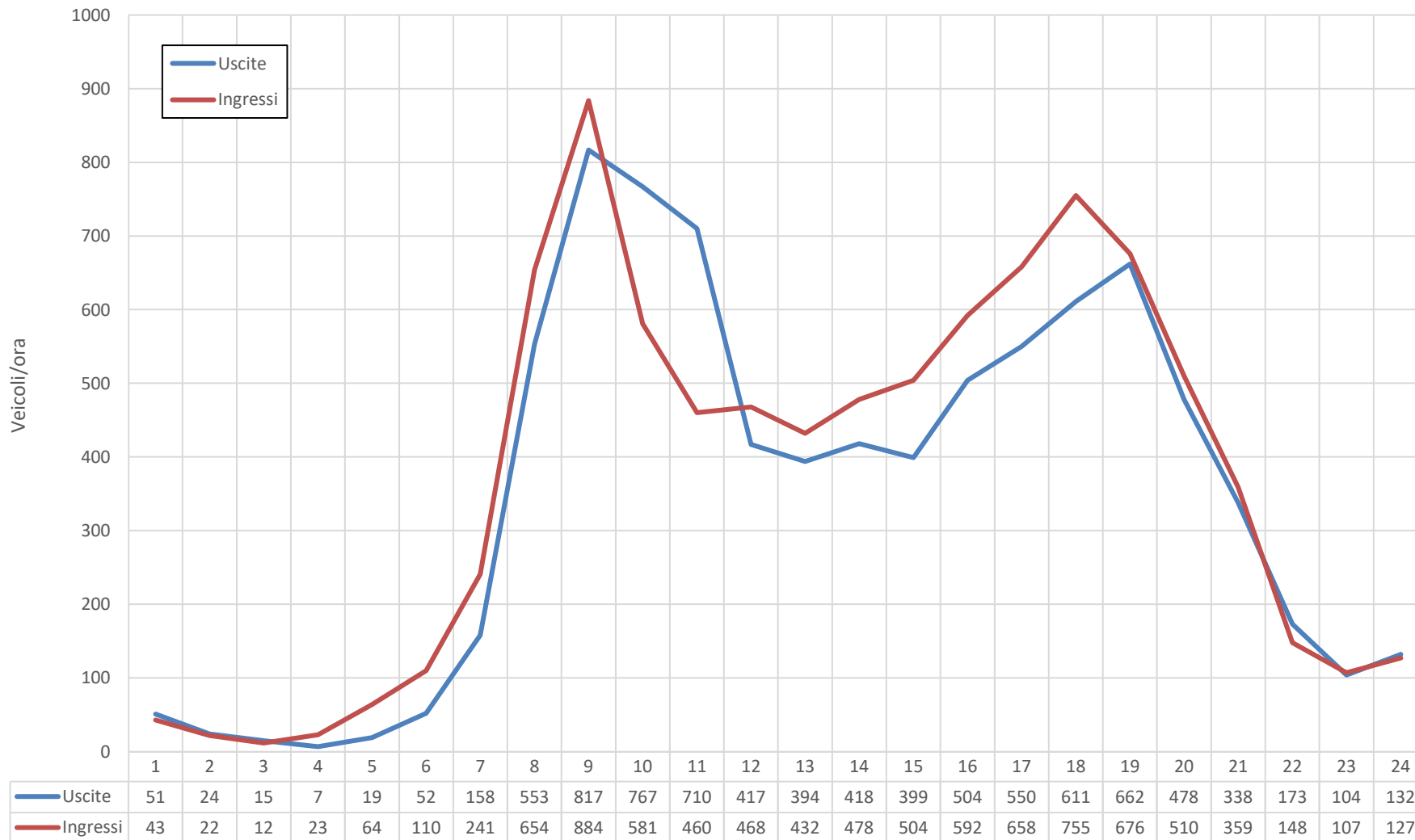


Comune: Castel San Pietro Terme

Venerdì 15/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

Flussi Totali

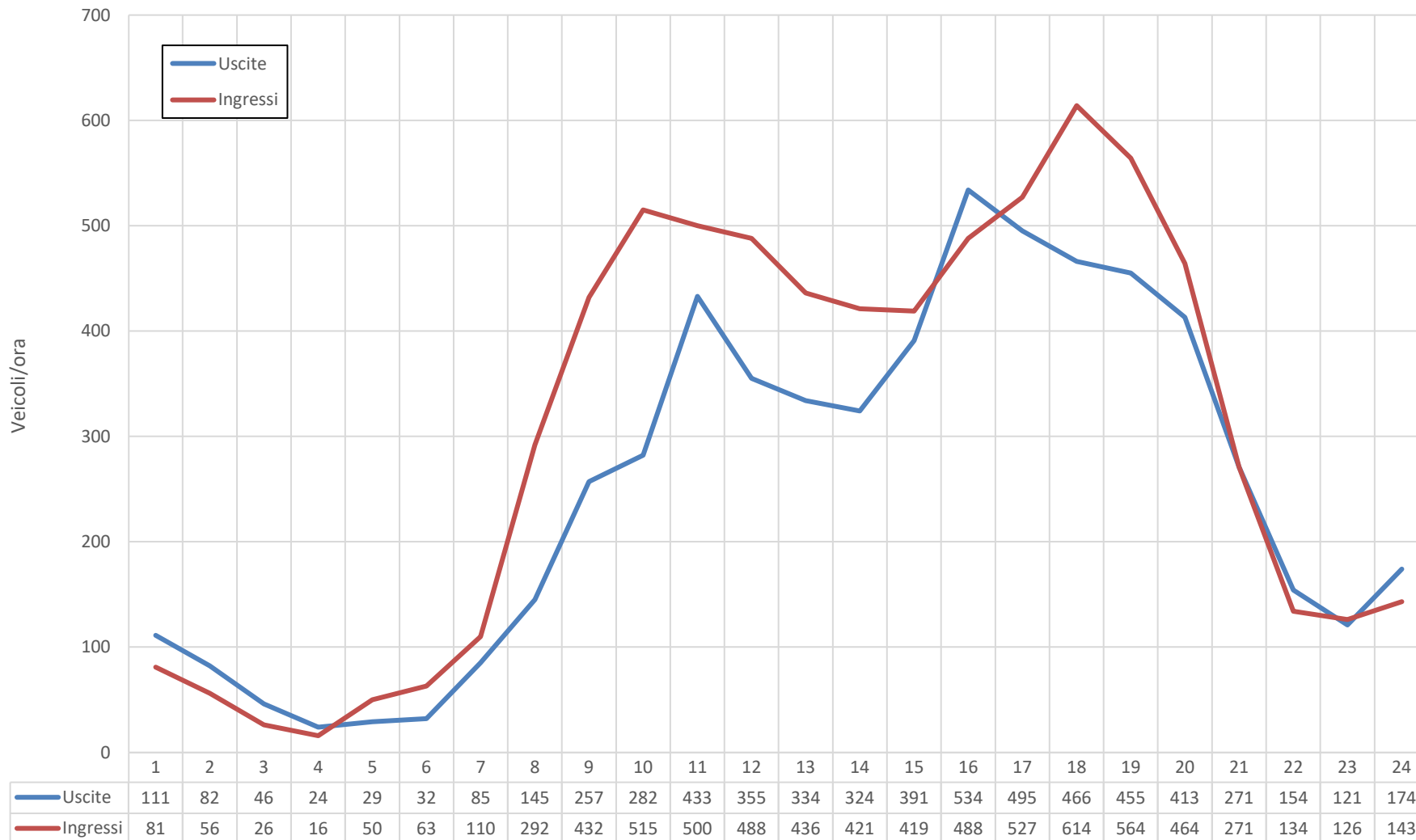


Comune: Castel San Pietro Terme

Sabato 16/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

Flussi Totali

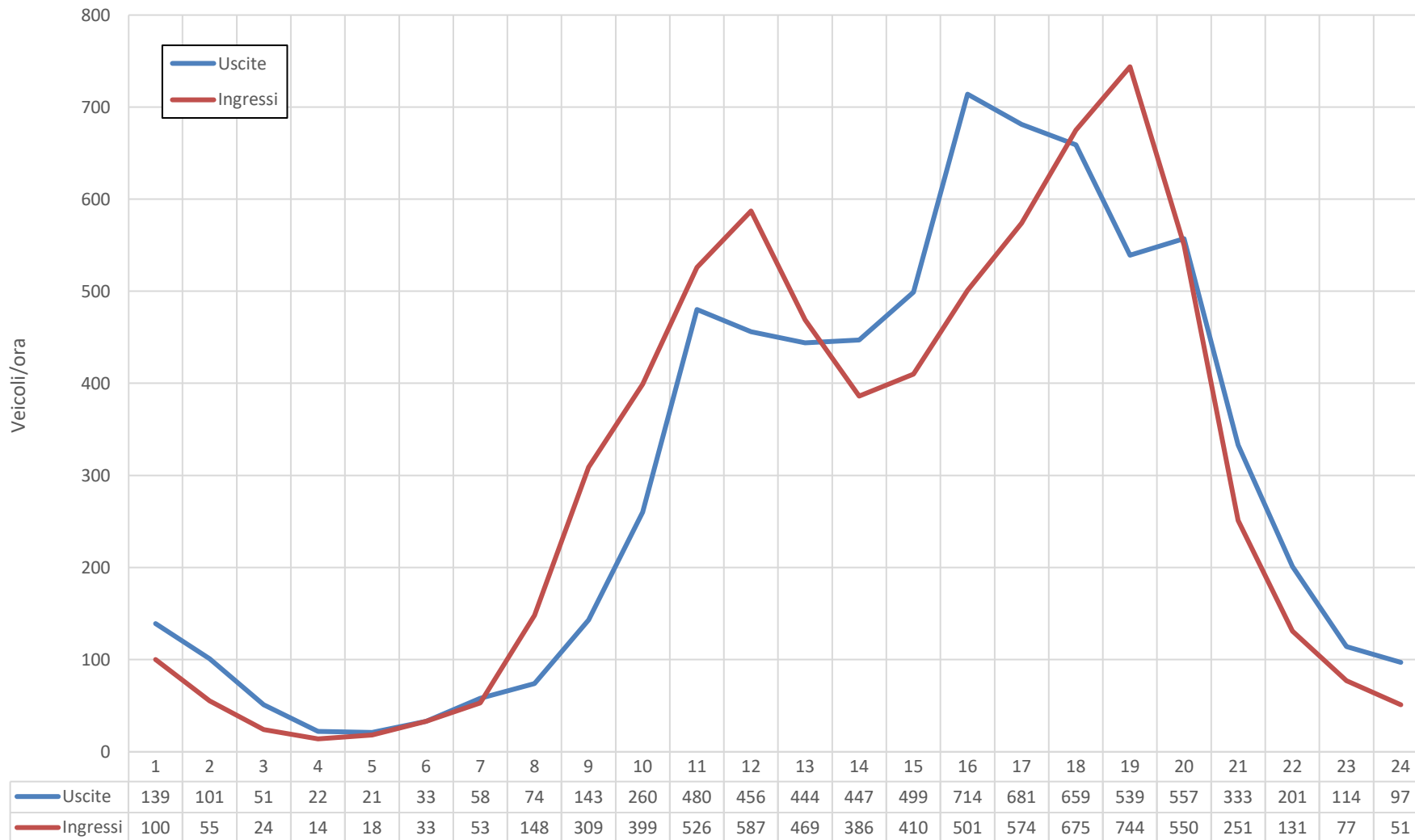


Comune: Castel San Pietro Terme

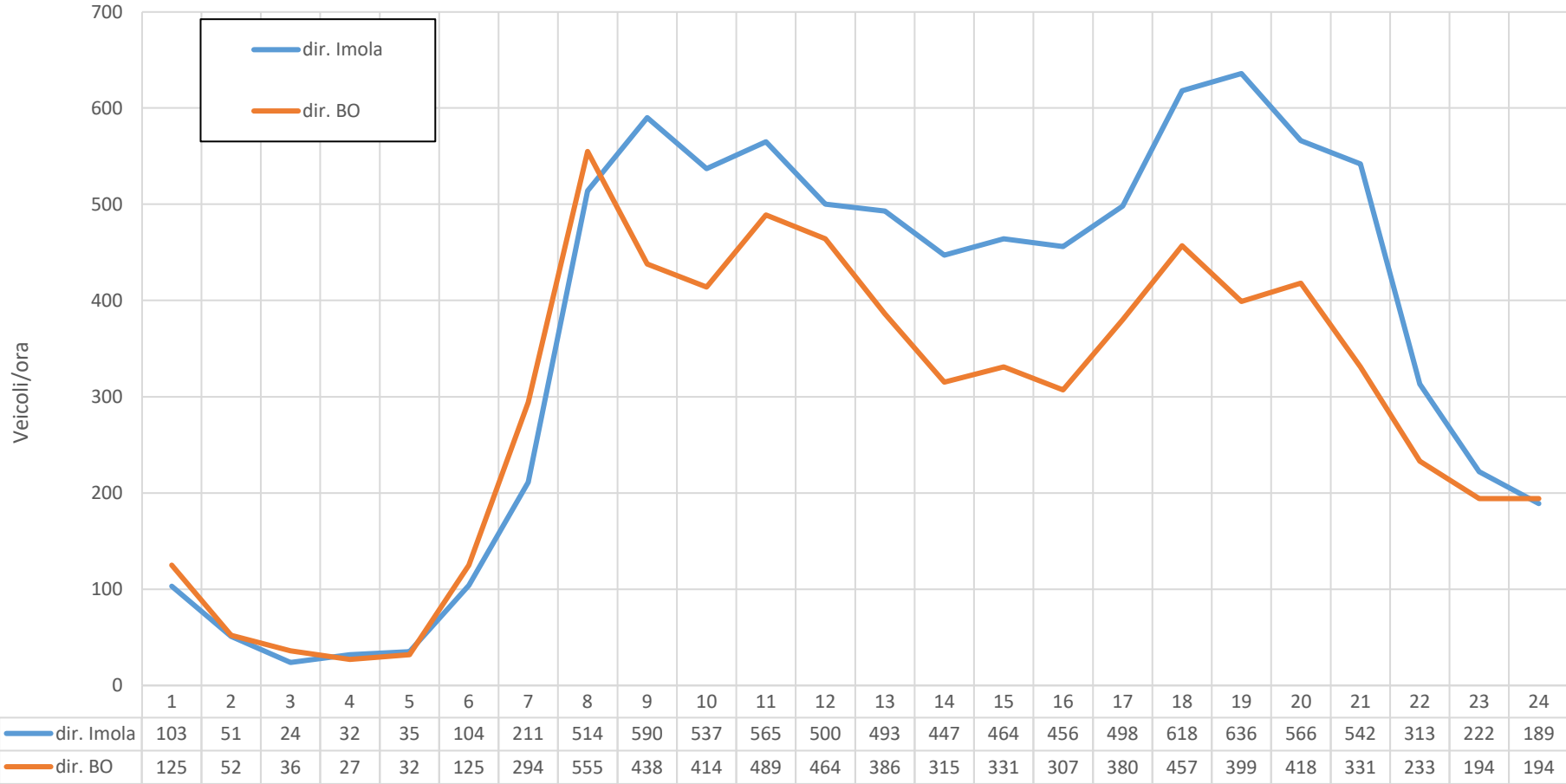
Domenica 17/03/2019

Casello Autostradale A14 Bologna-Taranto

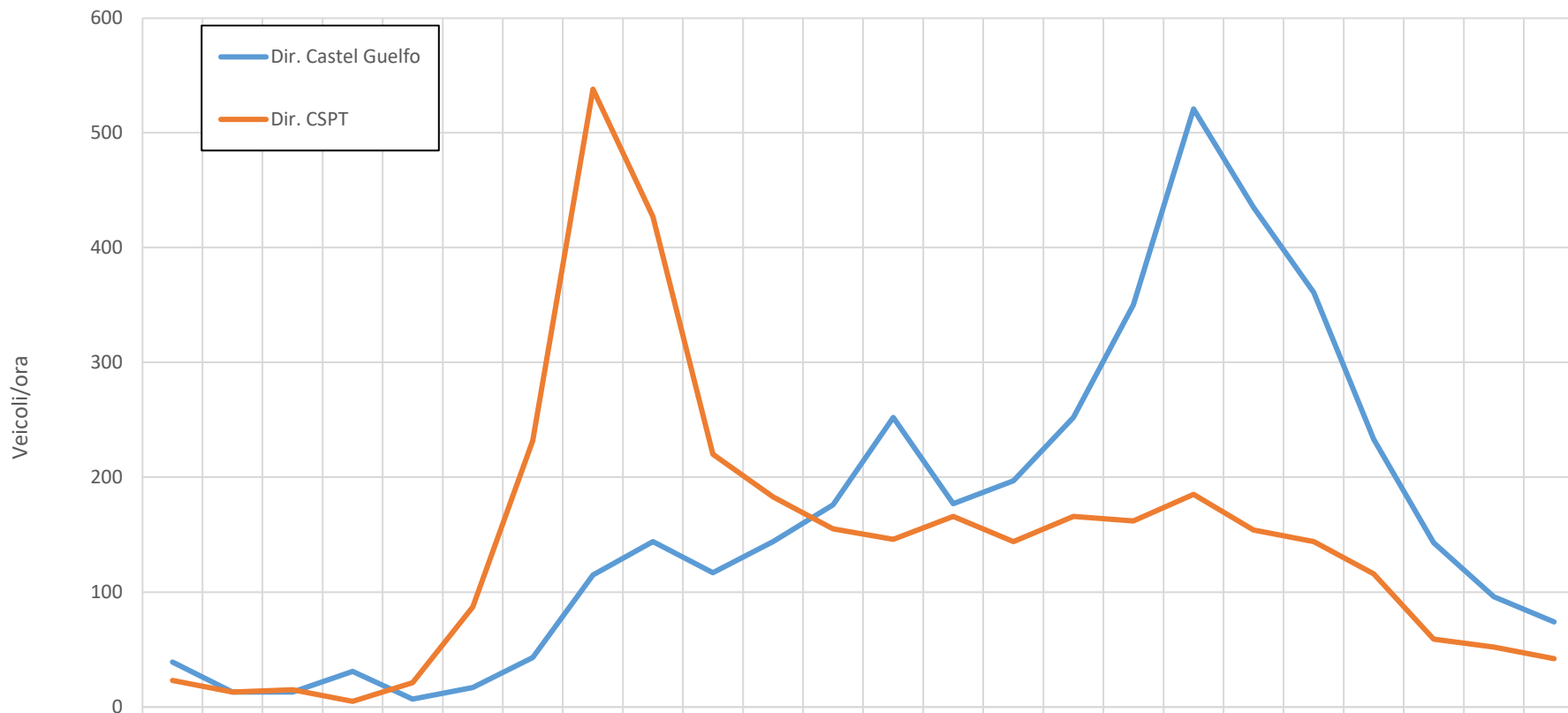
Flussi Totali



Flussi Totali

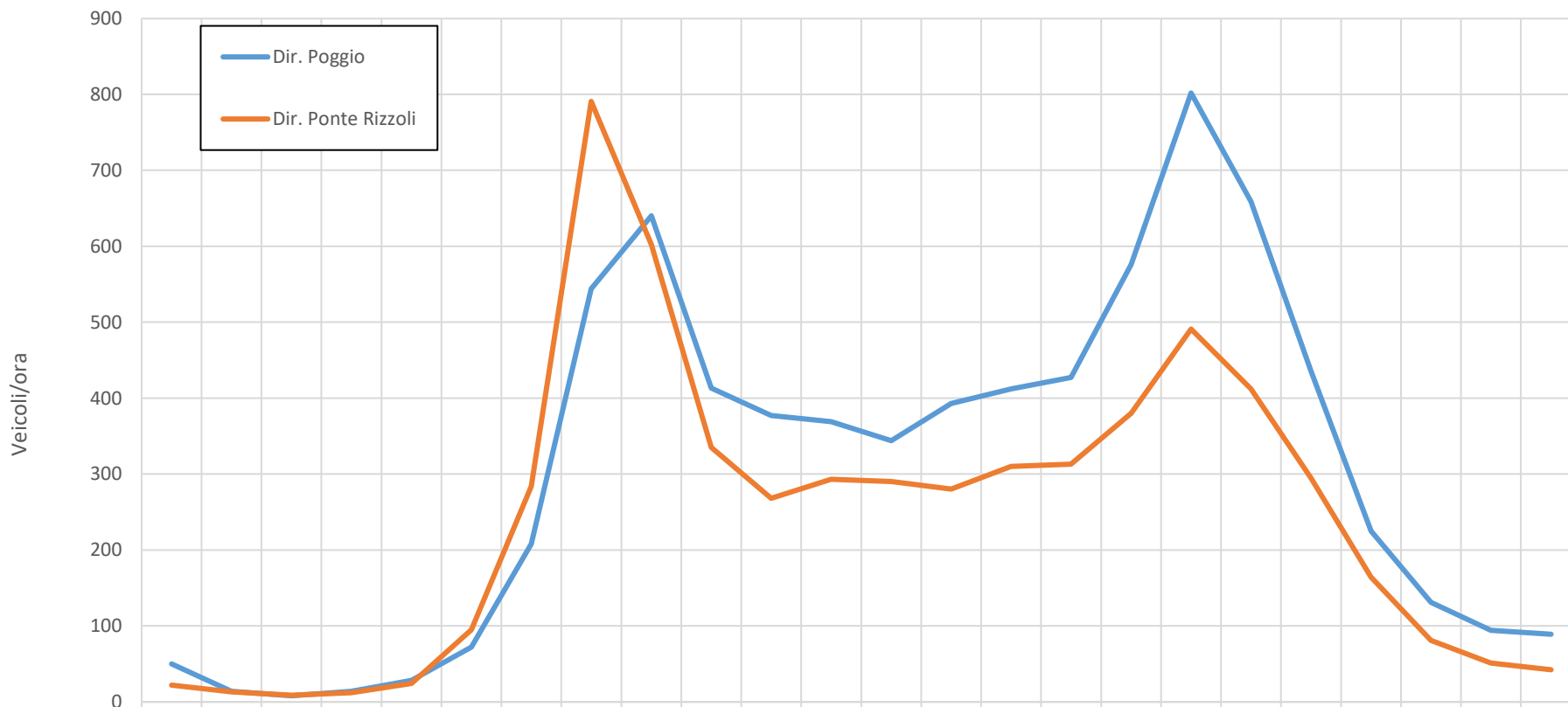


Flussi Totali



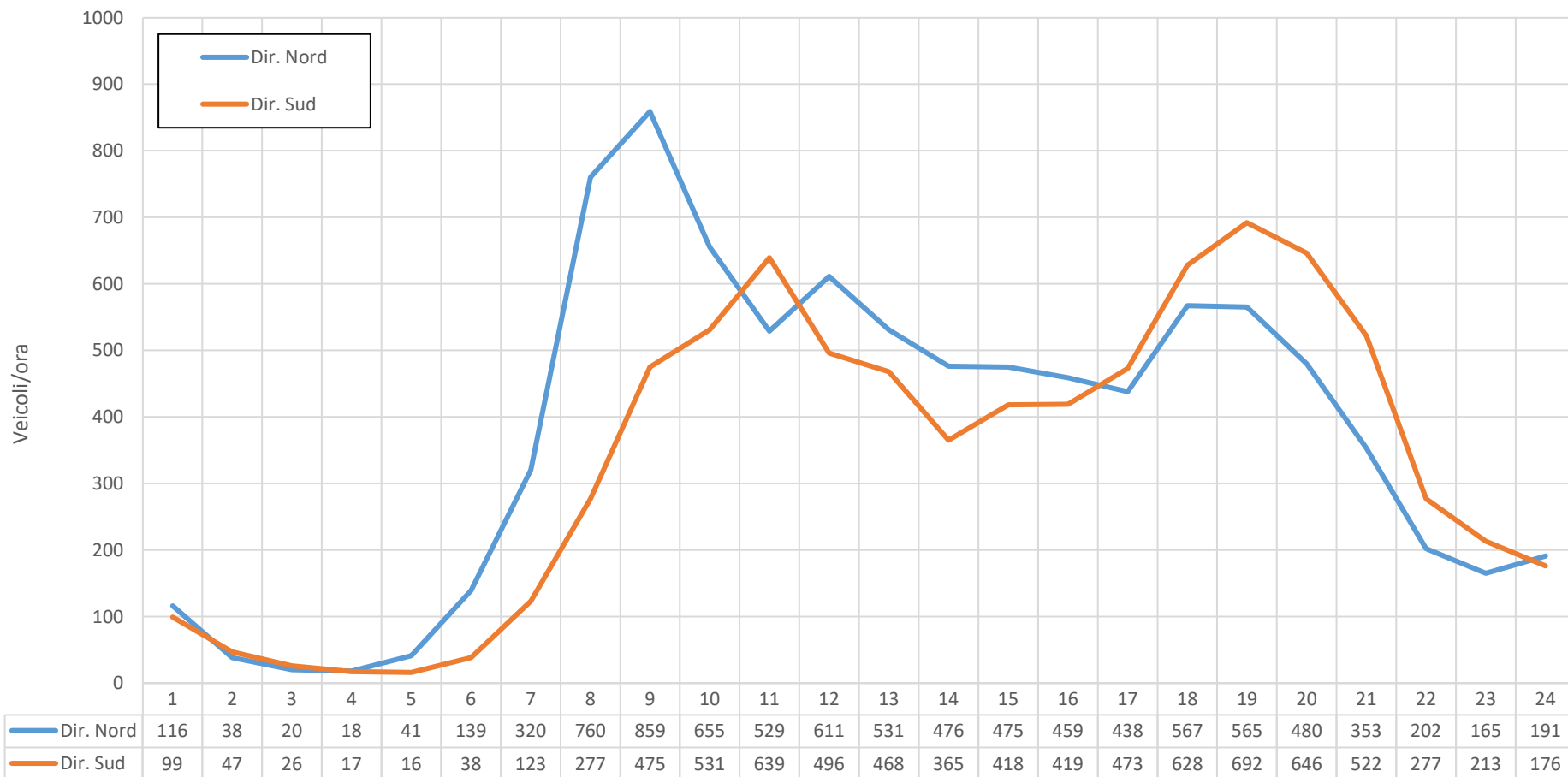
|                    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| Dir. Castel Guelfo | 39 | 13 | 13 | 31 | 7  | 17 | 43  | 115 | 144 | 117 | 144 | 176 | 252 | 177 | 197 | 252 | 350 | 521 | 435 | 361 | 233 | 143 | 96 | 74 |
| Dir. CSPT          | 23 | 13 | 15 | 5  | 21 | 87 | 232 | 538 | 427 | 220 | 183 | 155 | 146 | 166 | 144 | 166 | 162 | 185 | 154 | 144 | 116 | 59  | 52 | 42 |

Flussi Totali

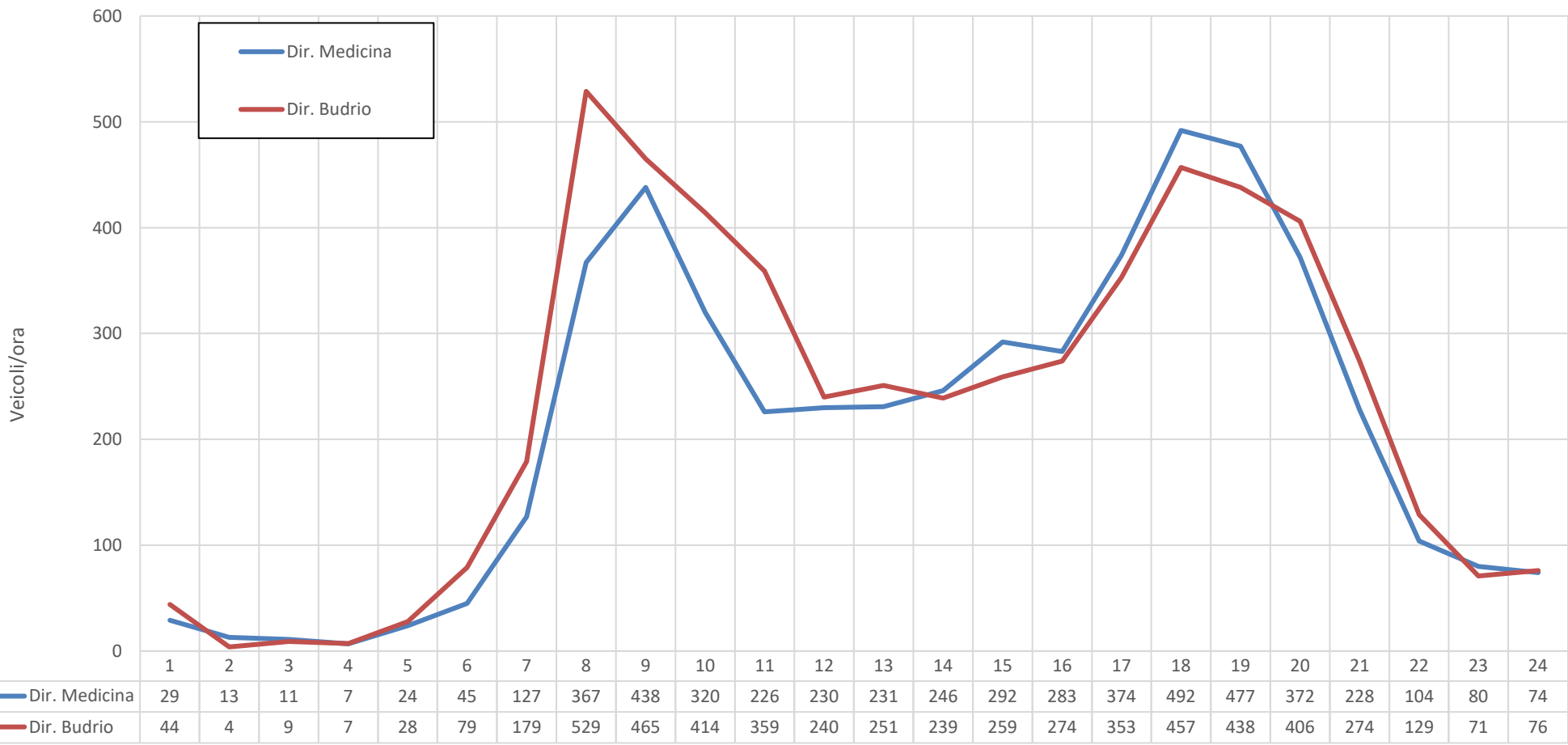


|                    |    |    |   |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |
|--------------------|----|----|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| Dir. Poggio        | 50 | 14 | 8 | 14 | 28 | 72 | 208 | 544 | 640 | 413 | 377 | 369 | 344 | 393 | 412 | 427 | 576 | 802 | 659 | 436 | 225 | 131 | 94 | 89 |
| Dir. Ponte Rizzoli | 22 | 13 | 9 | 12 | 24 | 95 | 284 | 791 | 602 | 335 | 268 | 293 | 290 | 280 | 310 | 313 | 380 | 491 | 412 | 295 | 164 | 81  | 51 | 42 |

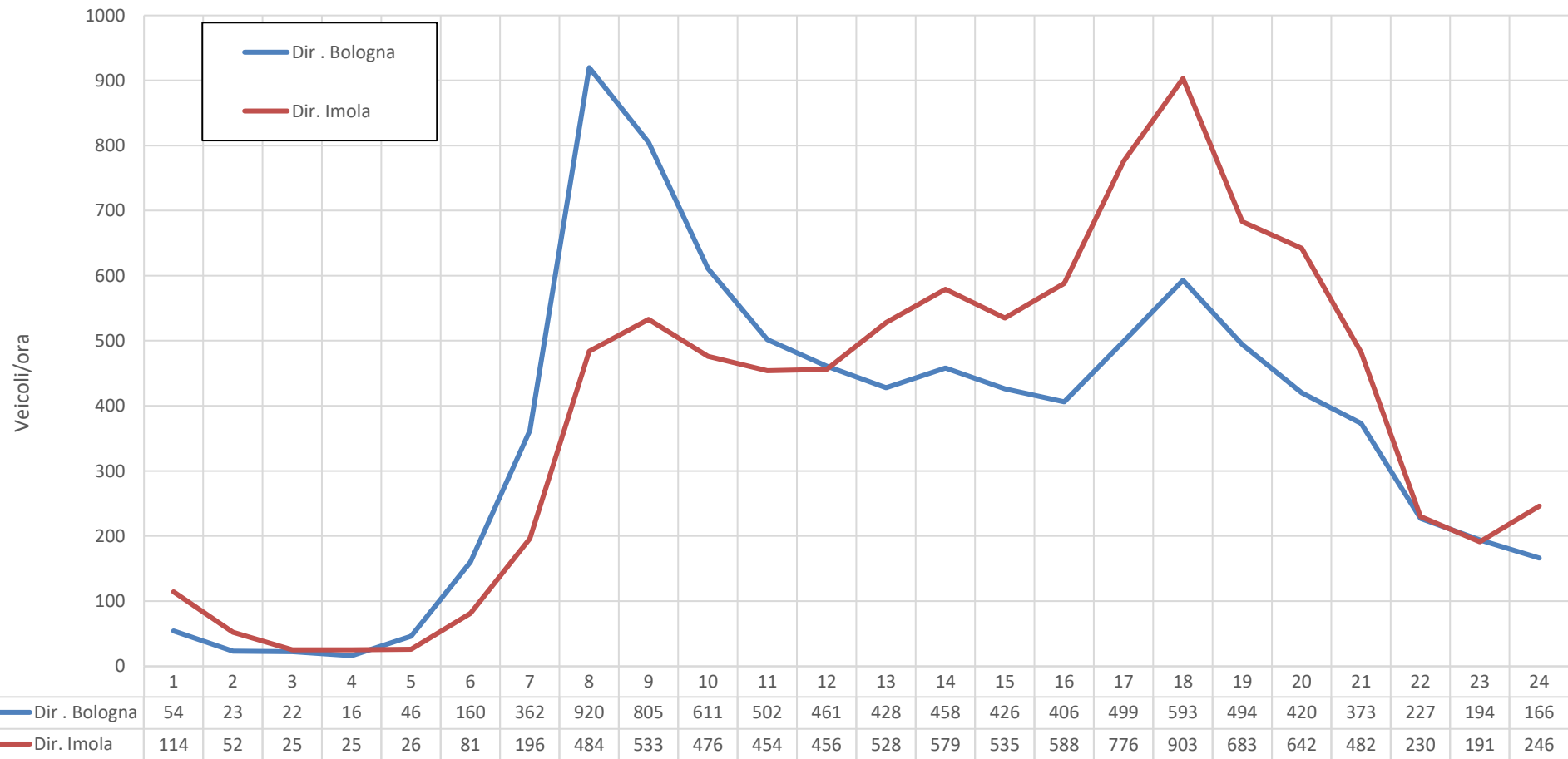
Flussi Totali



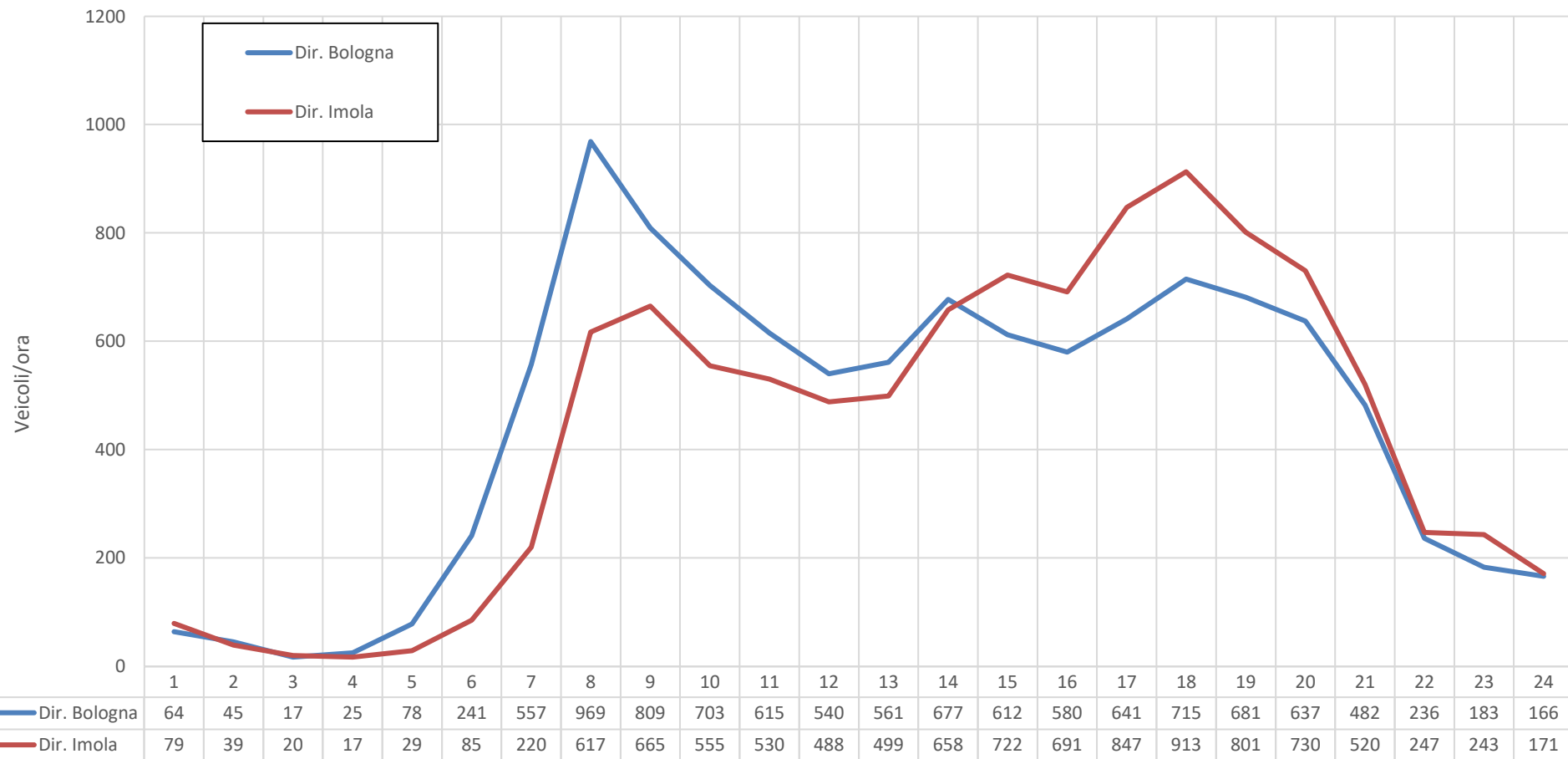
Flussi Totali



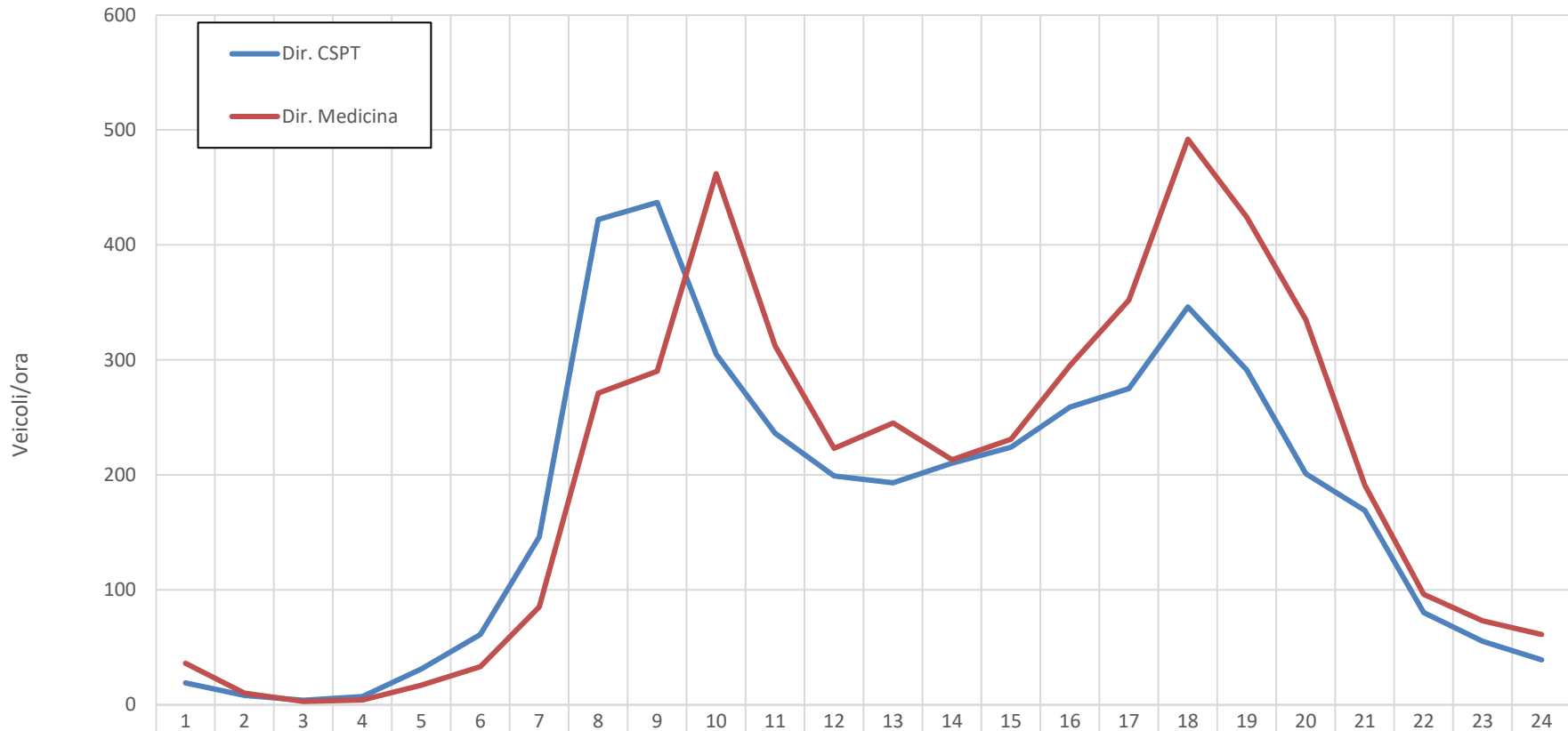
Flussi Totali



Flussi Totali



Flussi Totali



|               |    |    |   |   |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |
|---------------|----|----|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
|               | 1  | 2  | 3 | 4 | 5  | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22 | 23 | 24 |
| Dir. CSPT     | 19 | 8  | 4 | 7 | 31 | 61 | 146 | 422 | 437 | 305 | 236 | 199 | 193 | 210 | 224 | 259 | 275 | 346 | 291 | 201 | 169 | 80 | 55 | 39 |
| Dir. Medicina | 36 | 10 | 3 | 4 | 17 | 33 | 85  | 271 | 290 | 462 | 312 | 223 | 245 | 213 | 231 | 295 | 352 | 492 | 424 | 335 | 191 | 96 | 73 | 61 |