

PROVINCIA
PADOVA

REGIONE
VENETO

COMUNE
ABANO TERME

PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE ED AMPLIAMENTO
DELLA SEDE DI ABANO TERME DELLA SOCIETÀ TEMPLARI
S.R.L. AI SENSI DELL'ART. 4 DELLA L.R. 55/2012



STUDIO DEL TRAFFICO

Elaborato 01: Relazione

Committente:

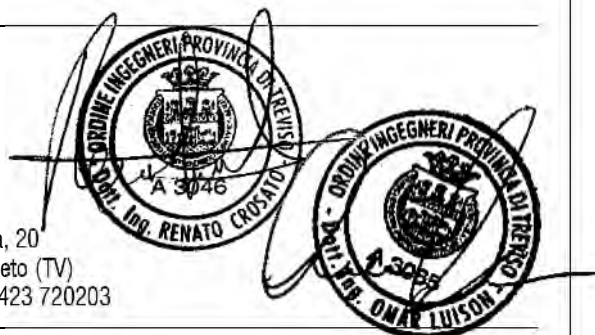
Consulente:



Via Cesare Battisti, 169
35031 Abano Terme (PD)
P. IVA 04128520287



Piazza della Serenissima, 20
31033 Castelfranco Veneto (TV)
tel 0423 720203 - fax 0423 720203



Dicembre 2022

Revisione 00

INDICE

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO	2
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3 SISTEMA OFFERTA VIARIA	7
3.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI	7
3.2 INTERSEZIONI LIMITROFE ALL'AREA.....	13
4 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE.....	17
4.1 RILIEVI AUTOMATICI	17
4.2 RILIEVI MANUALI	23
5 SCENARIO FUTURO	24
5.1 INTERVENTO DI PROGETTO	24
5.2 ACCESSIBILITÀ DI PROGETTO	26
5.2.1 <i>Verifica ingombro dei mezzi di manovra.....</i>	<i>27</i>
5.3 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI DALL'INTERVENTO DI PROGETTO	30
5.4 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI.....	31
6 LIVELLI DI SERVIZIO.....	33
6.1 DEFINIZIONI.....	33
6.2 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE	34
6.3 LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA.....	37
7 ANALISI MICROSIMULATIVA	40
7.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE	40
7.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI	43
7.2.1 <i>Valutazioni di rete.....</i>	<i>44</i>
7.2.2 <i>Valutazioni di nodo.....</i>	<i>46</i>
8 CONCLUSIONI.....	50

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO

Nell'ambito del progetto di ristrutturazione e ampliamento della sede della società Templari S.r.l. ubicata nel territorio comunale di Abano Terme (PD) lungo Via Battisti, il seguente studio di impatto viabilistico si pone l'obiettivo di valutare la sostenibilità dell'intervento sulla rete stradale di afferenza.

Nello specifico, la società Templari S.r.l. presenta una superficie coperta esistente pari a 2.141,25 mq e una superficie a servizi di 775 mq, suddivisa in 125 mq a verde e 650 mq a parcheggio. L'azienda ha espresso l'esigenza di ampliare la struttura produttiva indicando necessarie una superficie coperta destinata agli uffici di 1.018,64 mq circa e una superficie coperta destinata al magazzino di 3.997,11 mq circa, ottenendo una superficie coperta complessiva nello scenario futuro di 7.157,00 mq circa. A completamento dell'area si prevede una superficie per l'area di carico e scarico delle merci di 700 mq, un parcheggio destinato ai dipendenti e clienti con n. 120 posti auto e un parcheggio destinato ai mezzi pesanti di n. 12 stalli, di cui n. 4 stalli per il periodo notturno.

L'analisi proposta consiste in uno studio approfondito dell'assetto viario esistente, seguito da un'attenta valutazione degli effetti determinati dal futuro carico veicolare indotto dal nuovo impianto.

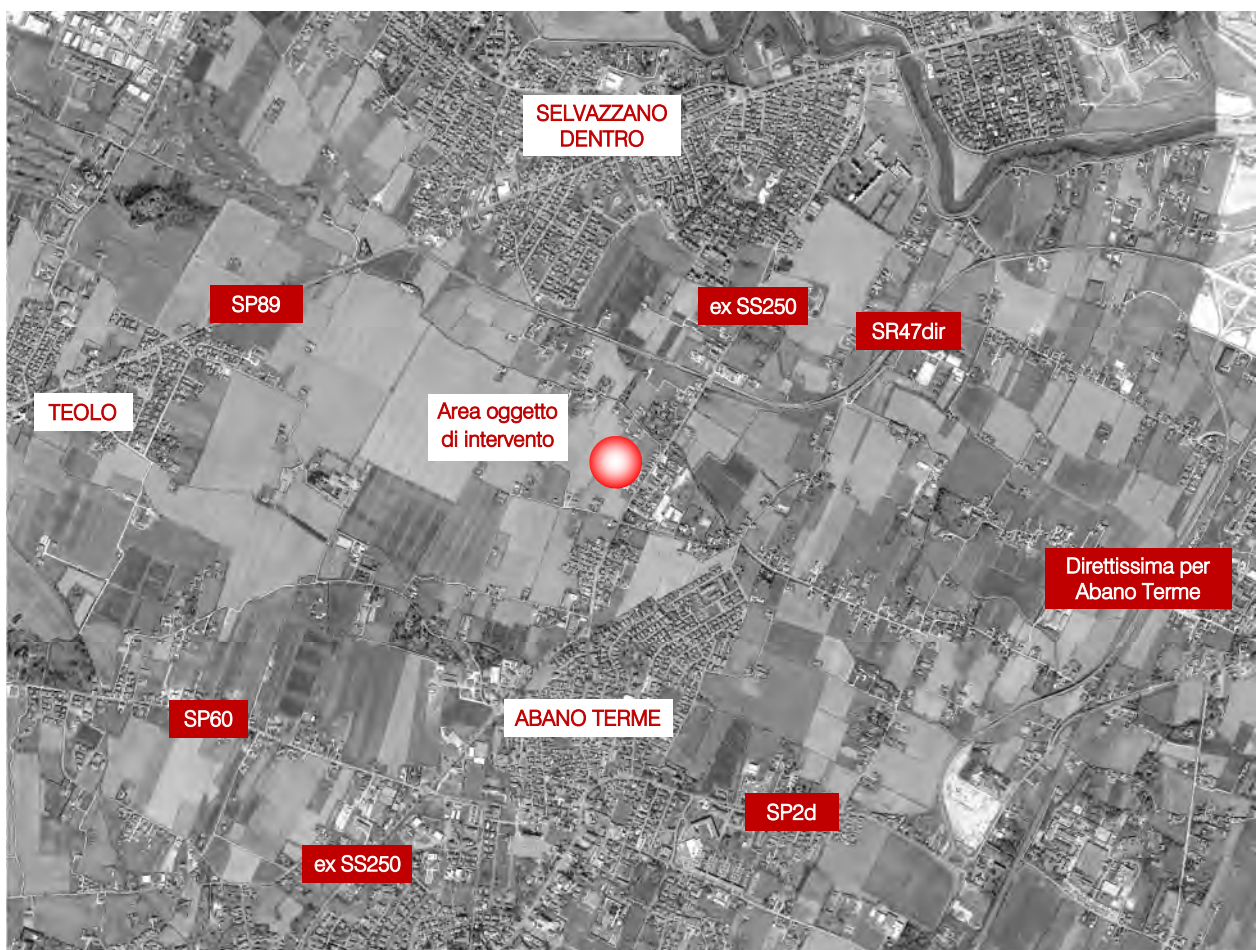


Figura 1.1 – Ambito di localizzazione

Il presente studio si pone come obiettivo principale la definizione del livello di servizio (Level Of Service, LOS) delle infrastrutture viarie di afferenza in relazione sia alle portate veicolari attuali che a quelle future.

Nei capitoli che seguono, dopo aver delineato brevemente l'inquadramento territoriale, verranno descritte l'offerta e la domanda di trasporto caratterizzanti lo stato di fatto, allo scopo di eseguire una stima attenta e puntuale del grado di funzionalità degli archi e dei nodi stradali. Dopo una breve dissertazione teorica sui principali parametri utilizzati nell'ingegneria dei trasporti per l'individuazione del cosiddetto livello di servizio, saranno svolte le opportune analisi viabilistiche sulle prestazioni della rete stradale nella fascia oraria di punta identificata, pervenendo infine ad un'agevole comparazione, in termini viabilistici, tra lo stato attuale e lo scenario futuro previsto.

Per valutare accuratamente gli indicatori prestazionali riferiti al funzionamento dei vari elementi della rete stradale, si è deciso di simulare sia allo stato di fatto che nello scenario futuro il funzionamento della rete viaria di afferenza all'ambito oggetto di intervento mediante l'utilizzo di uno specifico software microsimulativo.

Questa metodologia di verifica permette infatti di generare un immediato output visivo facilmente comprensibile ed è l'unica in grado di tener conto delle possibili interazioni tra archi o nodi adiacenti garantendo quindi una completezza dell'analisi.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di ristrutturazione e ampliamento è ubicata ad Abano Terme (PD), comune di 19.868 abitanti al 01/09/2022, secondo quanto rilevato dall'ISTAT, esteso per circa 21,4 km² ad una quota altimetrica di 14 m s.l.m. nella parte sud-occidentale della Provincia di Padova.

Il Comune di Abano Terme è situato lungo il margine nord-orientale dei Colli Euganei, in una zona vulcanica spenta, ed è il principale centro delle Terme Euganee vantando numerosi centri di terapie fango-terapeutiche e termali, rendendola una delle località patavine più famose al mondo.

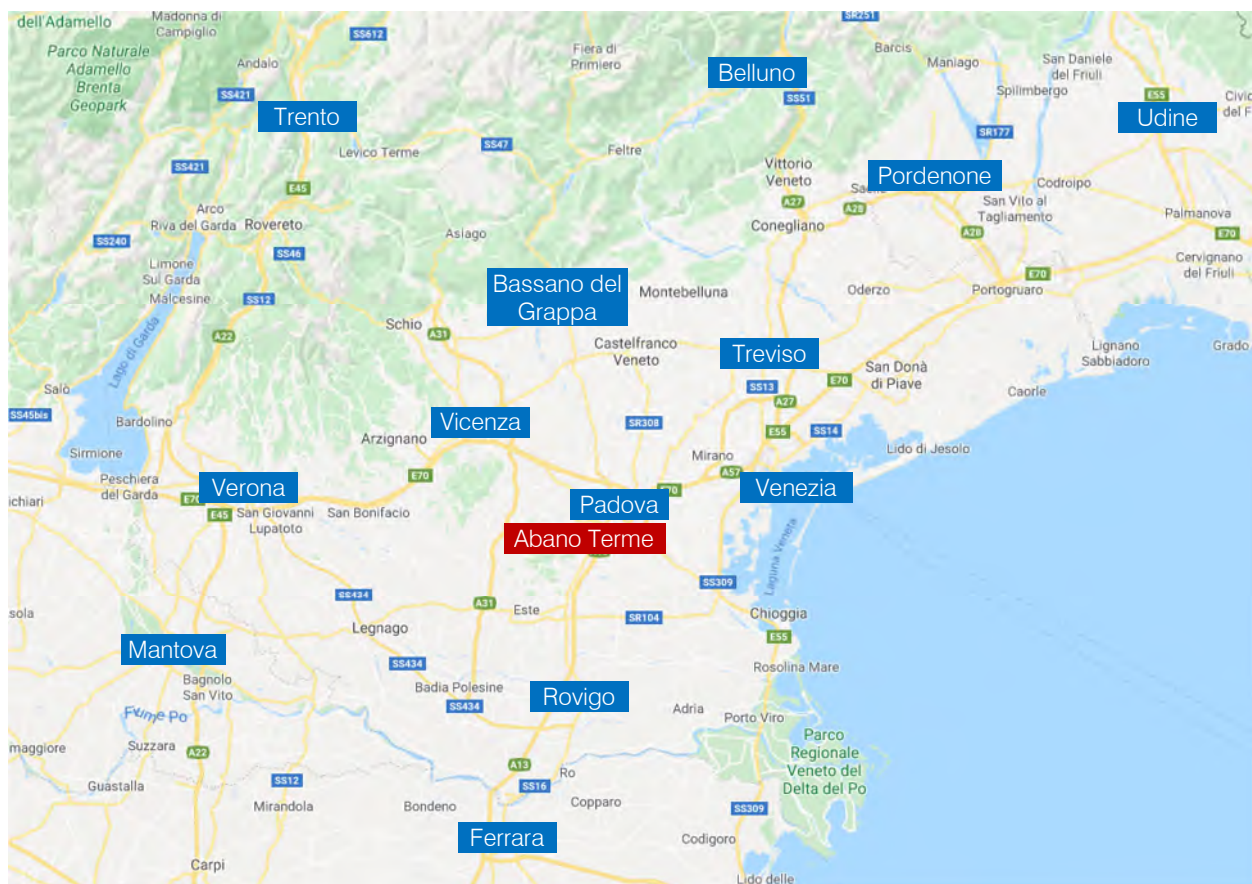


Figura 2.1 – Inquadramento territoriale comune di Abano Terme

Il territorio comunale di Abano Terme confina ad ovest con i comuni di Torreglia e Teolo, a nord con i comuni di Selvazzano Dentro e Padova, a est con i comuni di Albignasego, Maserà di Padova e Due Carrare, mentre il comune di Montegrotto Terme ne segna il confine meridionale. La città si articola nelle frazioni di Feriole, Giarre, Monteortona e Monterosso.

Dal punto di vista viabilistico, Abano Terme è facilmente accessibile da Padova tramite la bretella “Direttissima per Abano Terme” di collegamento con la Strada Regionale 47 “Corso Australia”; in alternativa è possibile accedere al comune percorrendo la Strada Statale 16 “Via Battaglia”. Il Comune, inoltre, è attraversato dalla ex Strada Statale 250 “delle Terme Euganee”, ora strada comunale in tutti i comuni che attraversa, la quale collega tutte le zone termali al capoluogo patavino.

All'interno del Comune, le principali vie di attraversamento nord-sud sono Viale dei Colli, situata ad ovest, Viale delle Terme, transitante per il centro, Via Romana, situata ad est. In direzione est- ovest le principali arterie sono Via San Pio X e Via Valerio Flacco a est, Via Appia Monterosso e Via Monteortone a ovest.



Figura 2.2 – Comuni limitrofi ad Abano Terme

Per quanto riguarda i trasporti pubblici, la città di Abano Terme è servita dalle stazioni di Abano e di Terme Euganee-Abano-Montegrotto, quest'ultima situata nel comune limitrofo di Montegrotto Terme, entrambe poste sulla linea ferroviaria Padova – Bologna. Servizi regolare di autobus, inoltre, gestiti dalla società Busitalia – Sita Nord S.r.l. consente il collegamento del territorio comunale con i principali comuni limitrofi, in particolare con il comune di Padova.

L'intervento oggetto del presente studio è ubicato a nord rispetto il centro abitato di Abano Terme lungo Via Battisti, arteria che permette il collegamento tra i Comuni posti a nord e il territorio comunale aponeuse, e risulta adeguatamente servito sia da infrastrutture viarie (ex SS250) che da sistemi di trasporto pubblico (Linee dei Colli – linea M, linea T, linea TL – fermate Battisti 181 Abano e Battisti fr. Gallo).

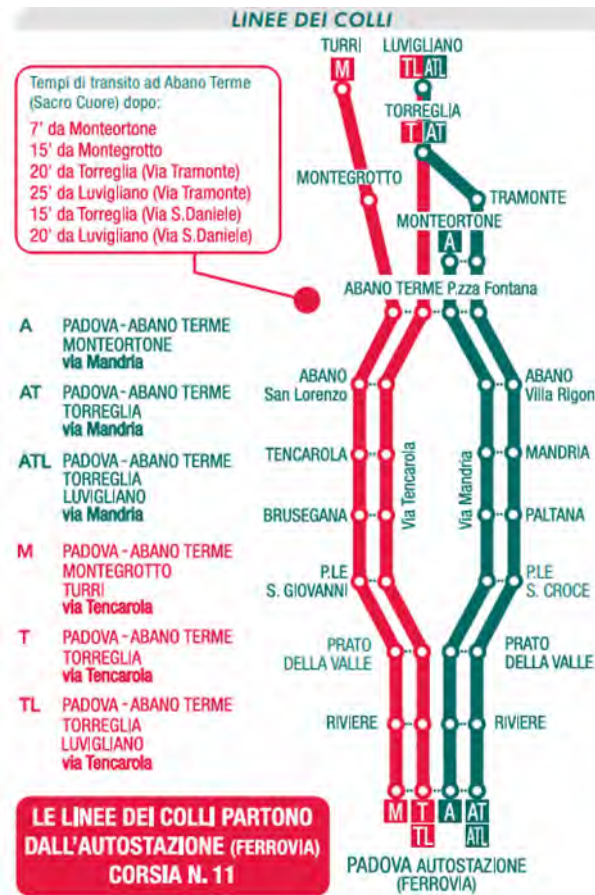


Figura 2.3 – Mappa Linee dei Colli di Padova

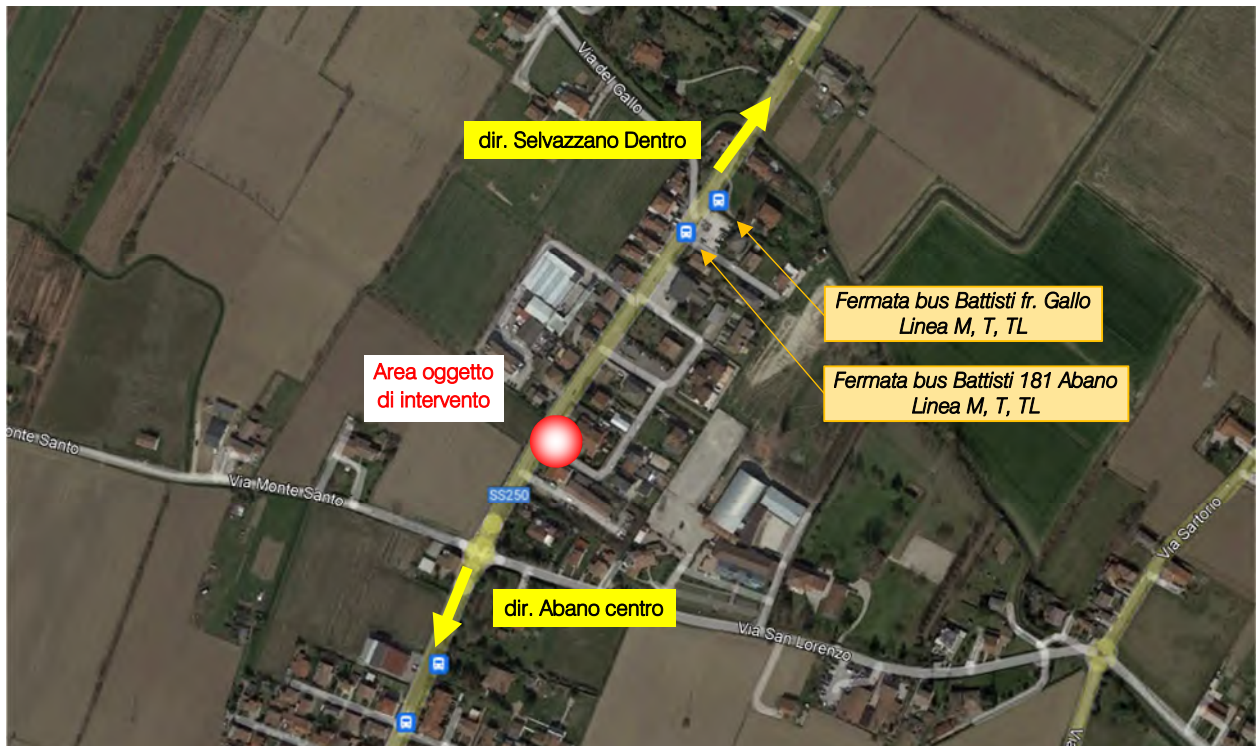


Figura 2.4 – Identificazione area oggetto di intervento e fermata bus

3 SISTEMA OFFERTA VIARIA

Nel presente capitolo verrà descritto il sistema dell'offerta di trasporto con la descrizione dei principali assi stradali e delle intersezioni limitrofe all'area di studio.

3.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI

Le principali direttrici infrastrutturali afferenti all'area oggetto di studio risultano essere Via Battisti, Via del Gallo, Via Monte Santo, Via San Lorenzo e Via dei Colli Euganei.

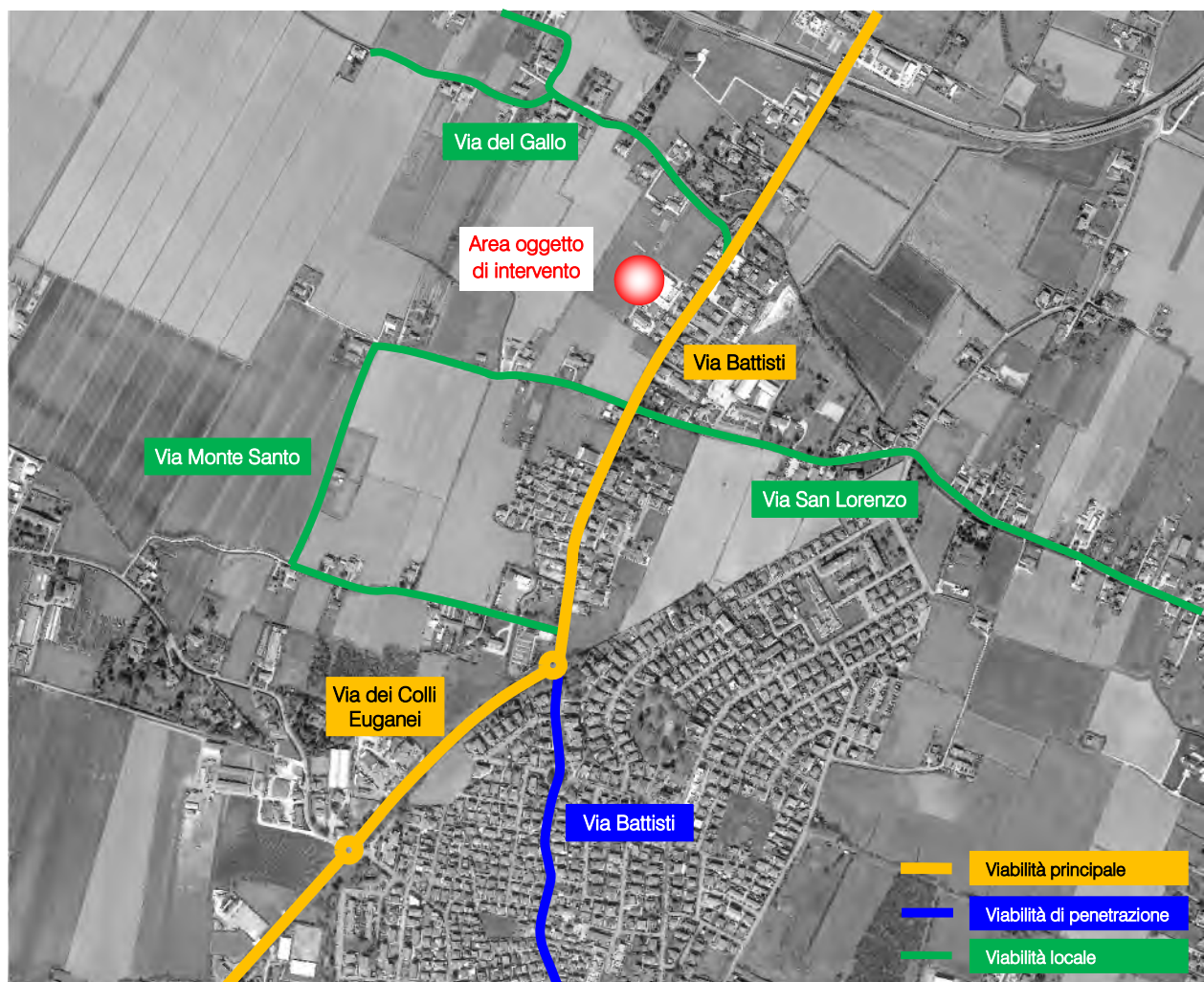


Figura 3.1 – Assi viari principali

Di seguito si riporta una breve descrizione per ciascuna delle strade citate, mentre per quanto riguarda il dettaglio descrittivo della viabilità di afferenza principale si rimanda agli allegati.

Via Battisti

L'asse stradale trae origine dall'intersezione a rotatoria con Via Mussato, Via Matteotti e Via Diaz e termina a nord nei pressi del confine con il comune limitrofo di Selvazzano Dentro in cui assume la denominazione di Via Monte Grappa. Dotata di impianto di illuminazione pubblica, la strada presenta una corsia per direzione di marcia e marciapiede.



Figura 3.2 – Via Battisti - ortofoto



Figura 3.3 – Via Battisti

Via del Gallo

Strada locale senza uscita, Via del Gallo trae origine dall'intersezione a raso con Via Battisti. Si presenta a carreggiata unica e a doppio senso di marcia con una corsia per direzione e dotata di impianto di illuminazione pubblica.

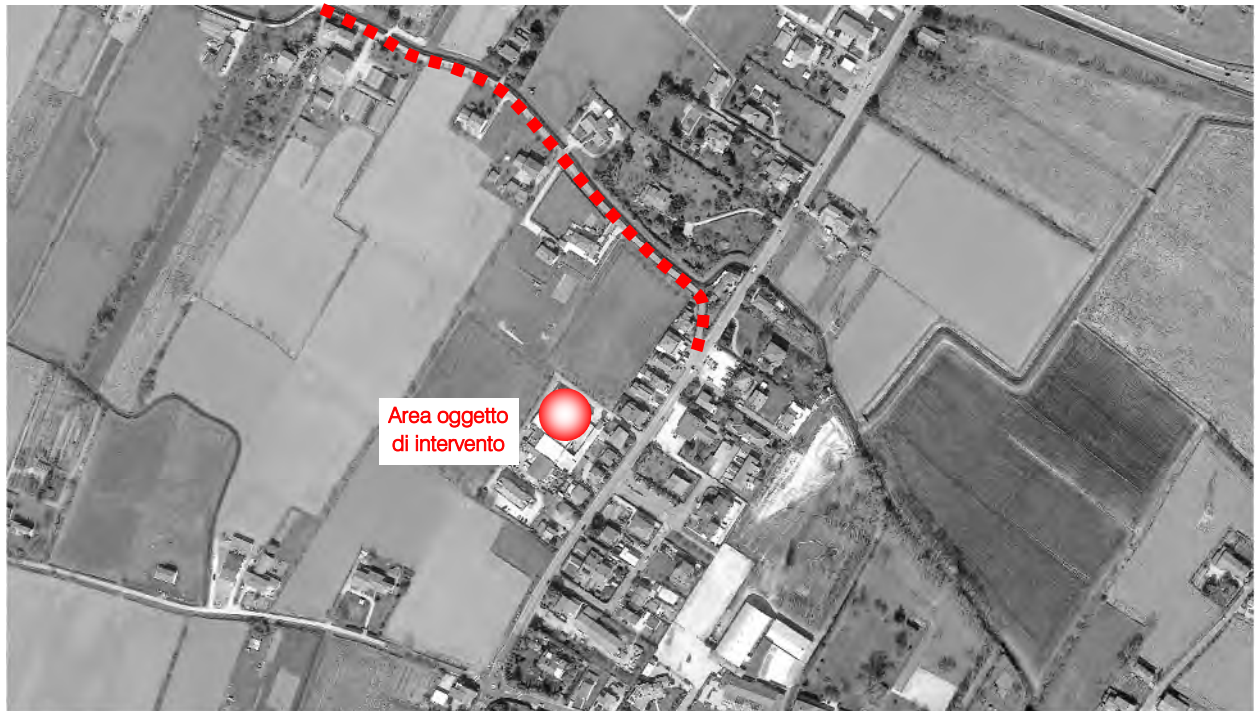


Figura 3.4 – Via del Gallo - ortofoto



Figura 3.5 – Via del Gallo

Via Monte Santo

L'asse viario trae origine dall'intersezione a rotatoria con Via Battisti e Via San Lorenzo e termina a sud in corrispondenza dell'intersezione a raso con Via Battisti. Si presenta a carreggiata singola con due corsie, una per senso di marcia, e risulta dotata di impianto di illuminazione pubblica. Si osserva che attraverso una strada vicinale si connette con Via Foscolo.



Figura 3.6 – Via Monte Santo - ortofoto



Figura 3.7 – Via Monte Santo

Via San Lorenzo

La strada trae origine dall'intersezione a rotatoria con Via Battisti e Via Monte Santo e termina ad est in corrispondenza dell'intersezione a raso con Via Giusti. Dotata di impianto di illuminazione pubblica, si presenta a carreggiata singola con una corsia per direzione di marcia.



Figura 3.8 – Via San Lorenzo - ortofoto



Figura 3.9 – Via San Lorenzo

Via dei Colli Euganei

L'asse viario, che rappresenta una delle principali arterie per accedere al centro storico di Abano Terme o per attraversare la località evitandolo, trae origine dall'intersezione a rotatoria con Via Battisti e termina a sud in corrispondenza dell'intersezione a rotatoria con Via Thonet. Nei pressi dell'ambito oggetto di intervento si presenta a due corsie per senso di marcia, dotata di impianto di illuminazione pubblica e isola spartitraffico centrale.



Figura 3.10 – Via dei Colli Euganei - ortofoto



Figura 3.11 – Via dei Colli Euganei

3.2 INTERSEZIONI LIMITROFE ALL'AREA

In questo paragrafo vengono brevemente descritte le intersezioni più significative prossime all'area oggetto di studio, come evidenziate nella figura di seguito riportata:

1. *Intersezione a rotatoria tra Via dei Colli Euganei e Via Battisti;*
2. *Intersezione a rotatoria tra Via Battisti, Via San Lorenzo e Via Monte Santo;*
3. *Intersezione a raso tra Via Battisti e Via del Gallo.*

Di seguito si riporta una breve descrizione delle intersezioni citate, mentre per quanto riguarda il dettaglio descrittivo dei nodi minori si rimanda agli allegati.

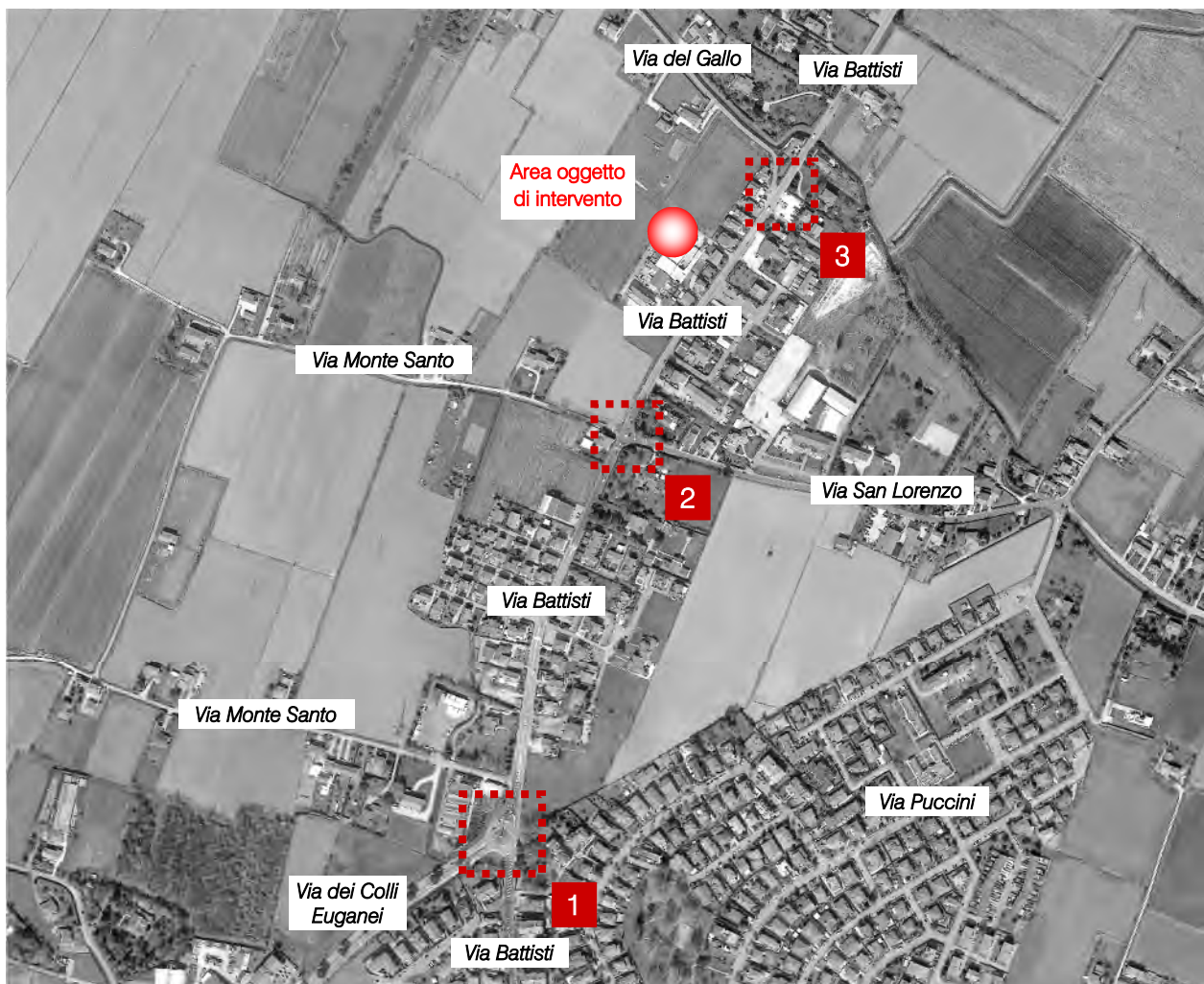


Figura 3.12 – Intersezioni attigue all'area oggetto di intervento

Intersezione 1: Intersezione a rotatoria tra Via dei Colli Euganei e Via Battisti

Trattasi di un'intersezione a rotatoria in cui l'asse principale è rappresentato da Via Battisti nord e Via dei Colli Euganei mentre la direttrice secondaria è rappresentata da Via Battisti sud. Si osserva che tutti i rami presentano una corsia sia in ingresso che in uscita. Il nodo, posto in corrispondenza dell'inizio del centro storico di Abano Terme, risulta illuminato.

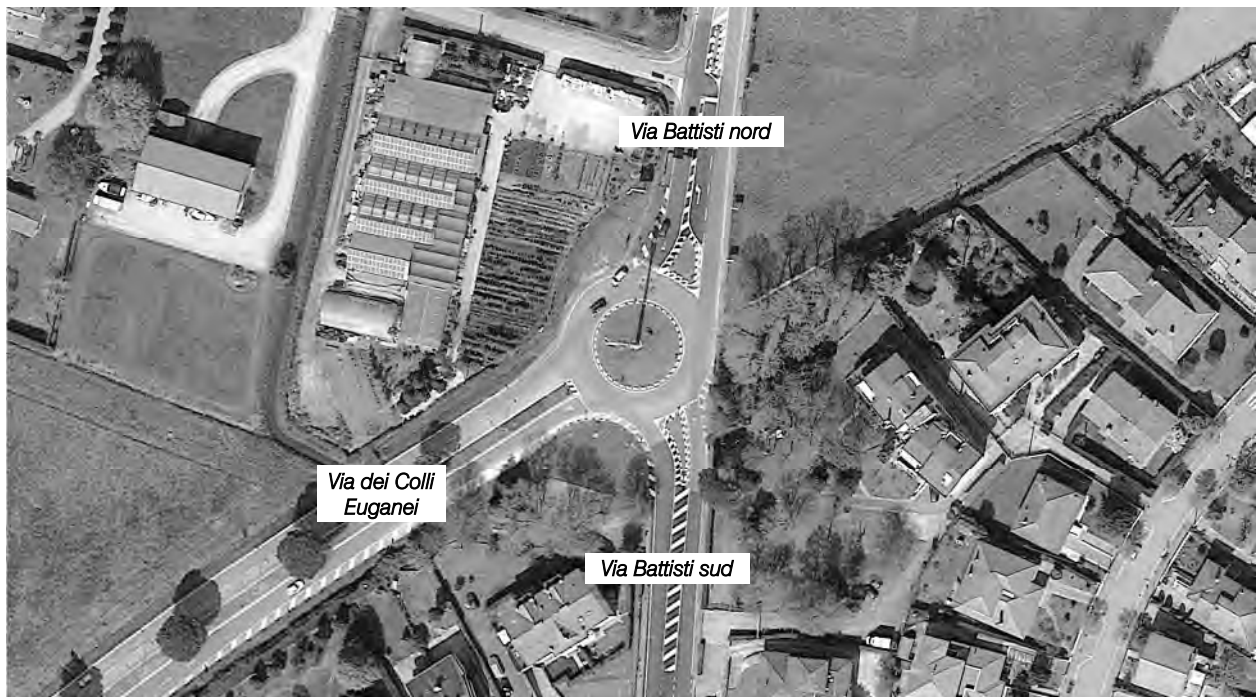


Figura 3.13 – Intersezione 1 - ortofoto



Figura 3.14 – Intersezione 1

Intersezione 2: Intersezione a rotatoria tra Via Battisti, Via San Lorenzo e Via Monte Santo

L'intersezione tra la direttrice principale rappresentata da Via Battisti e la direttrice secondaria rappresentata da Via San Lorenzo e Via Monte Santo è regolata con soluzione a mini-rotatoria di raggio inferiore ai 25 m. Dotato di impianto di illuminazione pubblica, tutti i rami presentano le medesime caratteristiche (una corsia sia in ingresso che in uscita e attraversamenti ciclo-pedonali).



Figura 3.15 – Intersezione 2 - ortofoto



Figura 3.20 – Intersezione 2

Intersezione 3: Intersezione a raso tra Via Battisti e Via del Gallo

Trattasi di un'intersezione a rotatoria in cui Via Battisti rappresenta la direttrice principale mentre Via del Gallo rappresenta la direttrice secondaria. Il nodo, regolato da segnale di STOP sul ramo secondario, è dotato di impianto di illuminazione pubblica e di attraversamento pedonale su Via Battisti sud.



Figura 3.16 – Intersezione 3 - ortofoto



Figura 3.20 – Intersezione 3

4 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE

L'intervento oggetto del presente studio è ubicato in Comune di Abano Terme (PD) lungo Via Battisti, arteria che permette il collegamento tra i Comuni posti a nord e il territorio comunale abonese.

La viabilità di afferenza al lotto in questione risulta interessata sia da flussi di penetrazione per gli utenti provenienti da fuori comune sia da mobilità locale in transito. Per questo motivo risulta di fondamentale importanza analizzare specificatamente le ricadute in termini di traffico originate dall'intervento di progetto.

Per descrivere, quindi, in modo completo ed accurato i flussi veicolari che contraddistinguono la rete viaria si è ricorsi ad una serie di rilievi automatici condotti lungo gli assi stradali caratterizzanti l'ambito di intervento. In aggiunta sono stati estrapolati anche i rilievi manuali nell'intervallo orario di punta rilevato in un giorno infrasettimanale in corrispondenza delle intersezioni limitrofe.

4.1 RILIEVI AUTOMATICI

Al fine di monitorare le principali caratteristiche del traffico - tipologie veicolari e flussi veicolari orari -, sono stati effettuati dei rilievi automatici lungo la viabilità di interesse.

I rilievi, eseguiti mediante strumentazione radar, hanno permesso un monitoraggio continuativo in due giornate infrasettimanali, periodo in cui statisticamente si prevede l'indotto maggiore per l'attività analizzata. Le giornate di rilievo sono state pertanto:

- giovedì 10 novembre 2022;
- venerdì 11 novembre 2022.

Si precisa che la fase di misurazione dei flussi veicolari viene eseguita escludendo generalmente dall'attività di monitoraggio i seguenti periodi:

- feste prestabilite;
- eventi speciali (feste, mercati, manifestazioni sportive etc.);
- periodi privi di restrizioni dovute all'emergenza sanitaria.

L'indagine è stata condotta relativamente ai flussi di traffico per fasce orarie (00.00 – 24.00) divise per intervalli di 15 minuti.

I radar, dotati di propria alimentazione a batteria, sono stati ubicati esternamente alla carreggiata, senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare, con angolazione rispetto all'asse stradale tale da permettere il corretto conteggio dei flussi veicolari.

Durante le operazioni di installazione si è provveduto infatti a calibrare la strumentazione variando l'angolo di inclinazione del radar parallelamente al piano viabile; grazie all'ausilio di un palmare si è potuto inoltre verificare, in tempo reale, l'effettivo conteggio dei veicoli e la loro lunghezza.

I dati di traffico immagazzinati sono stati rielaborati mediante un apposito database distinguendoli per numero di postazione, direzione, giorno, classe veicolare e fascia oraria.



Figura 4.1 – Strumentazione radar utilizzata

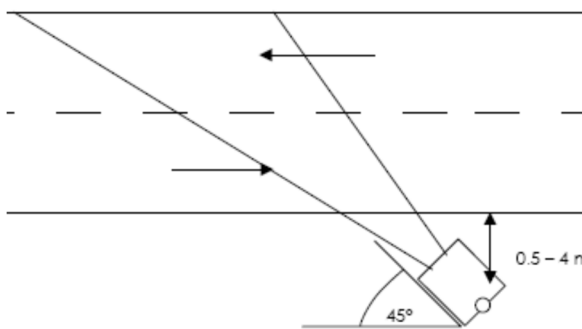


Figura 4.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia

Di seguito dopo un'illustrazione puntuale delle sezioni stabilite per il rilievo verranno brevemente sviluppate alcune osservazioni sui dati di traffico, riportati in dettaglio in allegato, in cui, per le giornate di giovedì 10 e venerdì 11 novembre 2022, verranno specificati:

- dati generali accompagnati da documentazione fotografica;
- volumi di traffico con intervallo pari a 15';
- volumi di traffico orari;
- grafici finali.

Per quanto concerne le tipologie veicolari utilizzate per le rielaborazioni i veicoli rilevati sono stati suddivisi, in base alla loro lunghezza (L) in 4 classi:

Tipologia veicolare	Lunghezza
Motocicli	$0.0 \text{ m} < L < 2.5 \text{ m}$
Auto	$2.5 \text{ m} \leq L < 6.0 \text{ m}$
Commerciali leggeri	$6.0 \text{ m} \leq L < 8.5 \text{ m}$
Mezzi pesanti	$8.5 \text{ m} \leq L < 21.0 \text{ m}$

Tabella 4.1 – Suddivisione classi veicolari

I dati sono stati poi aggregati utilizzando come riferimento temporale il quarto d'ora ed omogeneizzati in termini di veicoli equivalenti utilizzando il coefficiente 0.5 per i motocicli, 1.0 per le autovetture, 1.5 per i commerciali leggeri e 2.0 per i mezzi pesanti.

Si propone una sintetica tabella riportante il numero dei radar e gli assi stradali lungo i quali sono stati collocati. In aggiunta si riporta la documentazione fotografica dei radar installati lungo la viabilità di afferenza, da cui si evince come le apparecchiature siano state posizionate esternamente alla sede stradale senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare.

Numerazione radar	Corsie rilevate	Posizione
Radar 1	1	Via Battisti sud dir. nord-est
Radar 2	1	Via Battisti sud dir. sud-ovest
Radar 3	1	Via San Lorenzo dir. ovest
Radar 4	1	Via San Lorenzo dir. est
Radar 5	1	Via Battisti nord dir. sud-ovest
Radar 6	1	Via Battisti nord dir. nord-est

Tabella 4.2 – Specifica radar

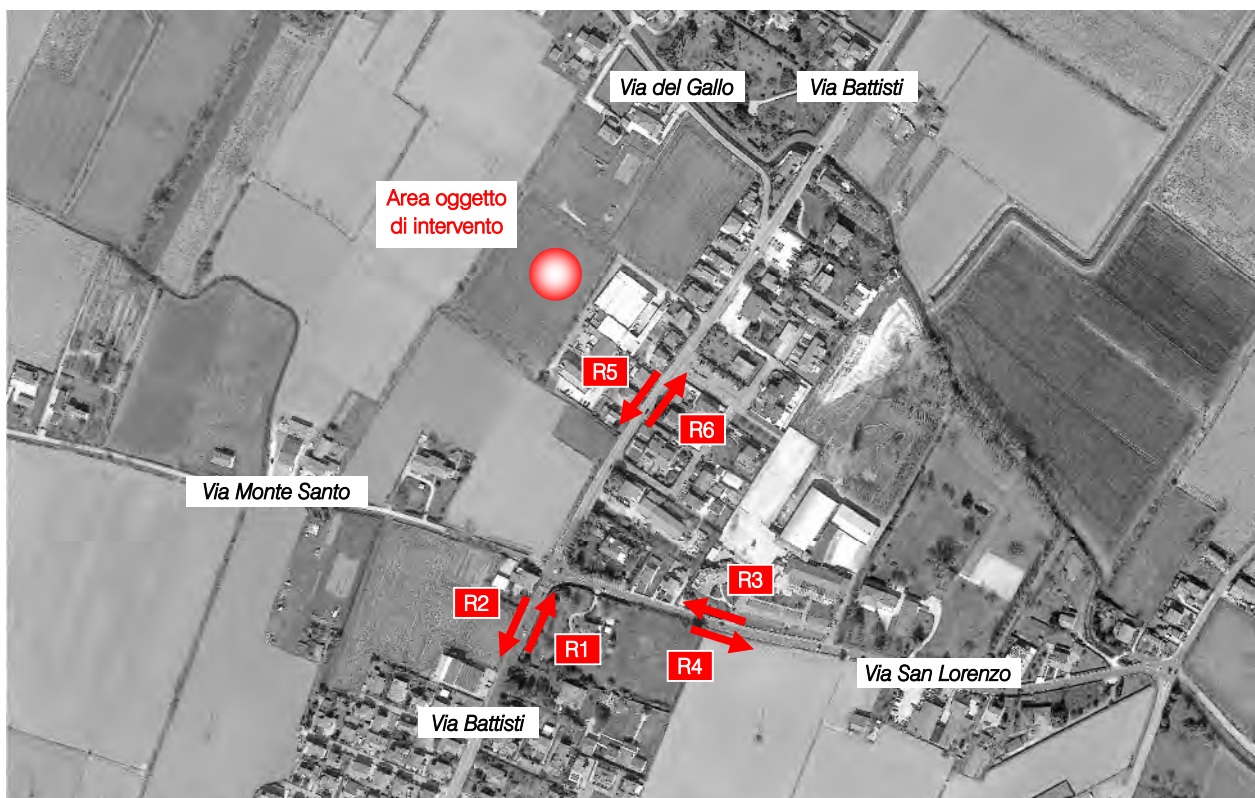


Figura 4.3 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar



Figura 4.4 – Radar 1



Figura 4.5 – Radar 2



Figura 4.6 – Radar 3



Figura 4.7 – Radar 4



Figura 4.8 – Radar 5



Figura 4.9 – Radar 6

Globalmente, analizzando i dati ricavati dalle apparecchiature radar si osserva come le due giornate di rilievo siano caratterizzate da volumi di traffico e andamenti orari abbastanza simili. Il giorno che ha registrato valori maggiori è il **venerdì**: complessivamente i flussi giornalieri del giovedì sono inferiori di circa il 4% rispetto alla giornata infrasettimanale precedente.

I flussi 00.00 – 24.00 nelle sezioni di indagine nei due giorni di rilievo sono riassunti nella tabella seguente.

SEZIONE	Giovedì 10.11.2022	Venerdì 11.11.2022
1	10.081	10.572
2	10.054	10.504
3	4.259	4.406
4	4.436	4.576
5	7.971	8.238
6	7.739	8.065
Totale	44.540	46.361

Tabella 4.3 – Veicoli equivalenti giornalieri 00.00 – 24.00

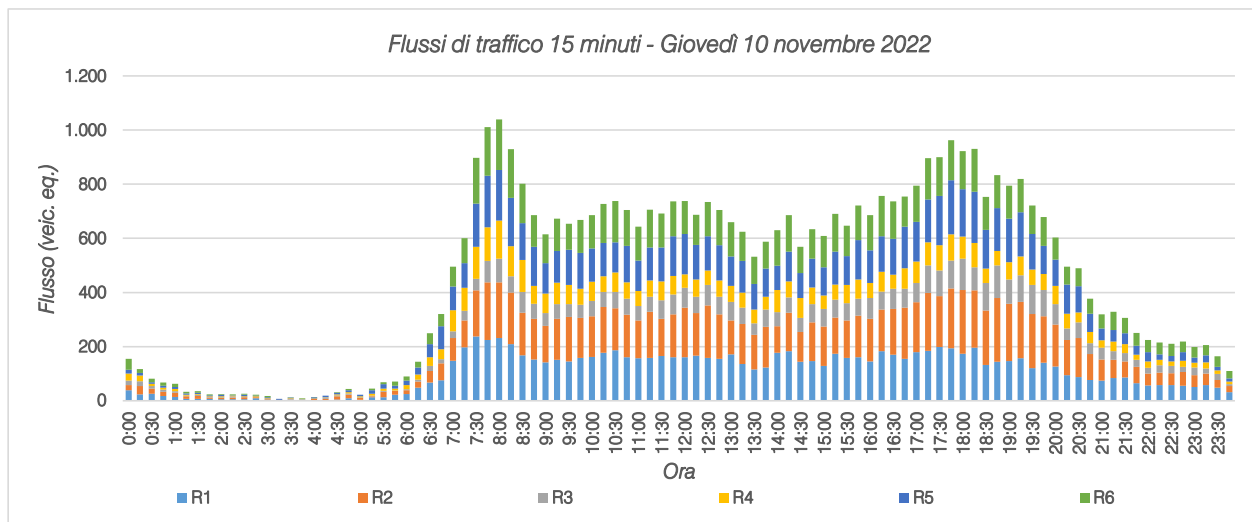


Figura 4.10 – Andamento volumi di traffico per sezione – giovedì 10.11.2022

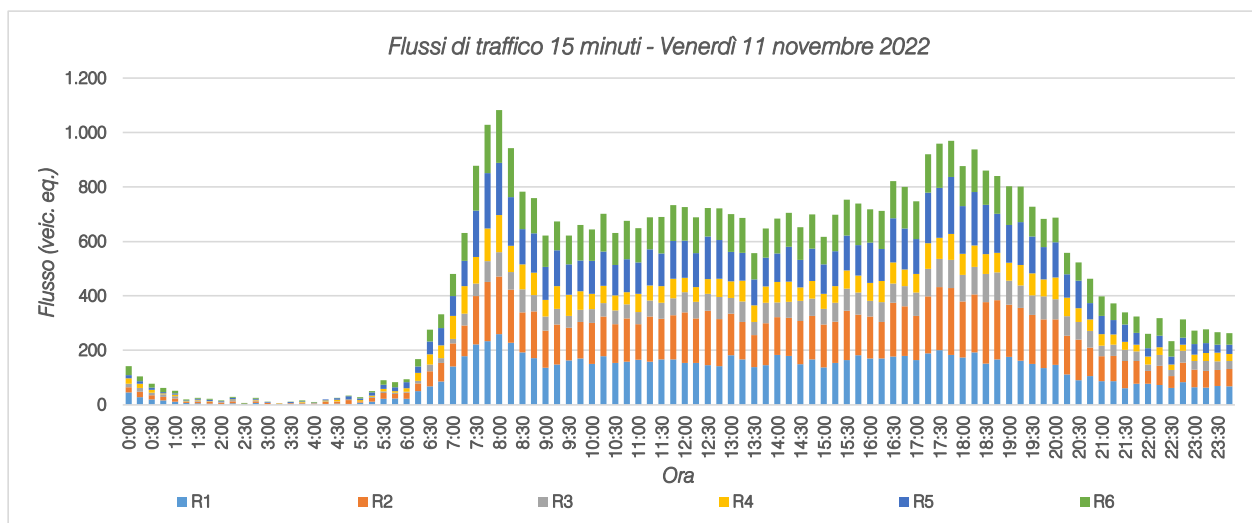


Figura 4.11 – Andamento volumi di traffico per sezione – venerdì 11.11.2022

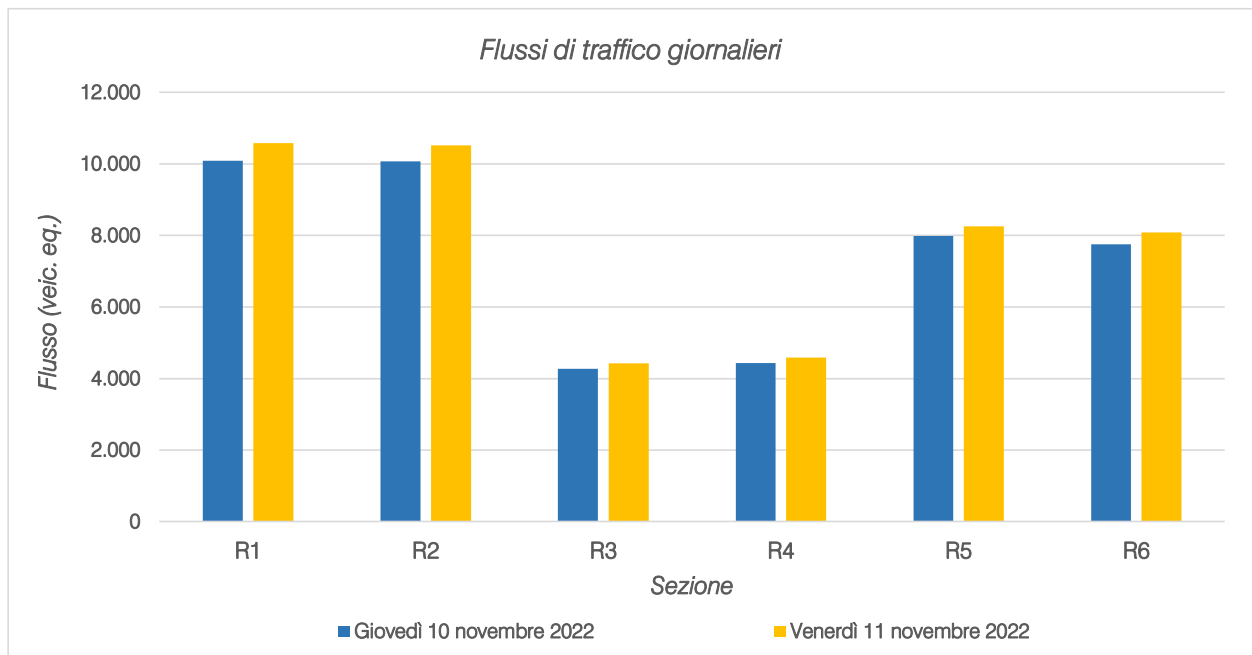


Figura 4.12 – Flussi di traffico giornalieri

Si nota un andamento a doppia campana in entrambe le giornate di rilievo e, in particolare, sono evidenti due picchi: al mattino nella fascia oraria 07.30 – 08.30 e alla sera nell’intervallo orario compreso tra le 17.30 e le 18.30, con volumi di traffico inferiori rispetto alla mattinata.

Prendendo quindi a riferimento la giornata del venerdì, caratterizzata da flussi di traffico giornalieri maggiori, l’ora di punta mattutina si ha dalle 07.30 alle 08.30.

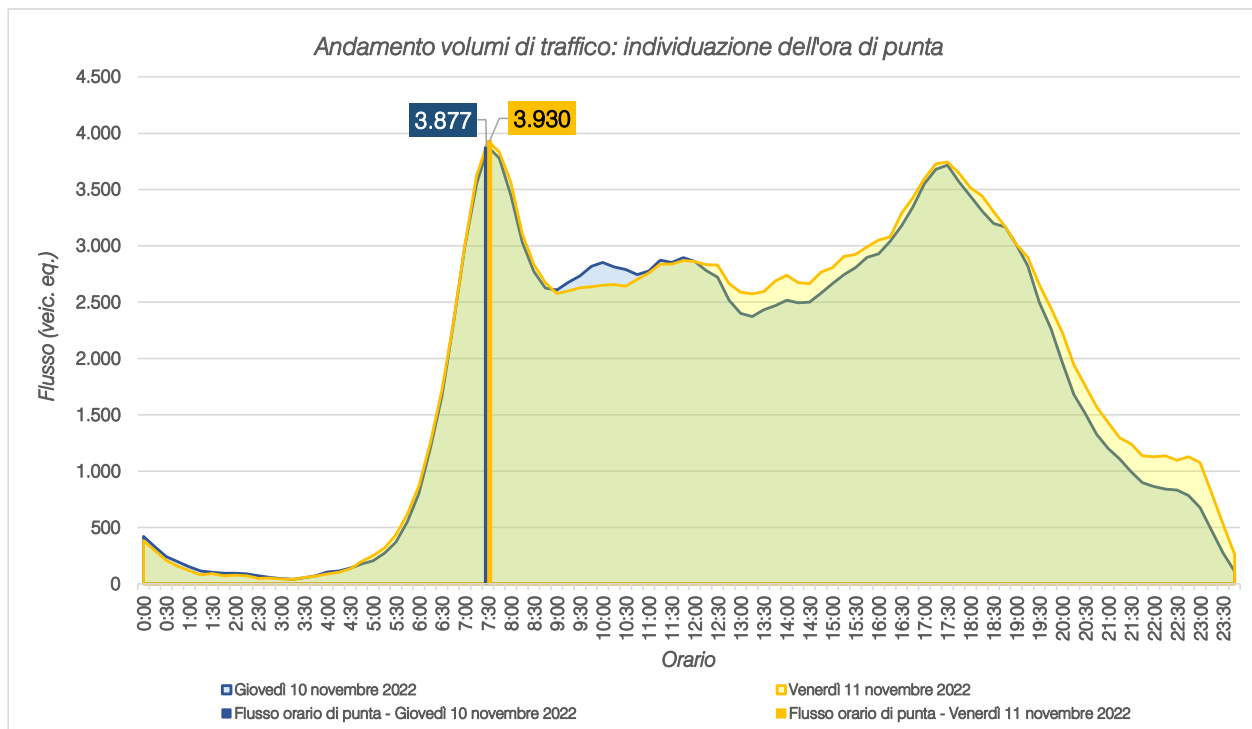


Figura 4.13 – Identificazione ora di punta

4.2 RILIEVI MANUALI

Oltre ai rilievi automatici che hanno evidenziato le ore di punta caratterizzanti l'area, sono stati eseguiti anche dei rilievi manuali in corrispondenza delle principali intersezioni attigue all'area di intervento:

1. *Intersezione a rotatoria tra Via dei Colli Euganei e Via Battisti;*
2. *Intersezione a rotatoria tra Via Battisti, Via San Lorenzo e Via Monte Santo.*

Ogni corrente di traffico interessante le singole intersezioni è stata monitorata da vari operatori compilando appositi moduli di rilevamento sui quali sono stati annotati i passaggi dei veicoli distinti per classe veicolare e per orario.

I rilievi sono stati estrapolati in riferimento alla giornata di venerdì 11 novembre 2022 nell'intervallo critico della mattina. Negli allegati, per ciascuna intersezione, si riportano per l'ora di punta del sistema:

- uno schema delle manovre e la tabella relativa in riferimento all'intervallo temporale 07.30 – 08.30;
- le matrici O/D in veicoli totali ed equivalenti dell'intersezione in riferimento all'ora di punta.

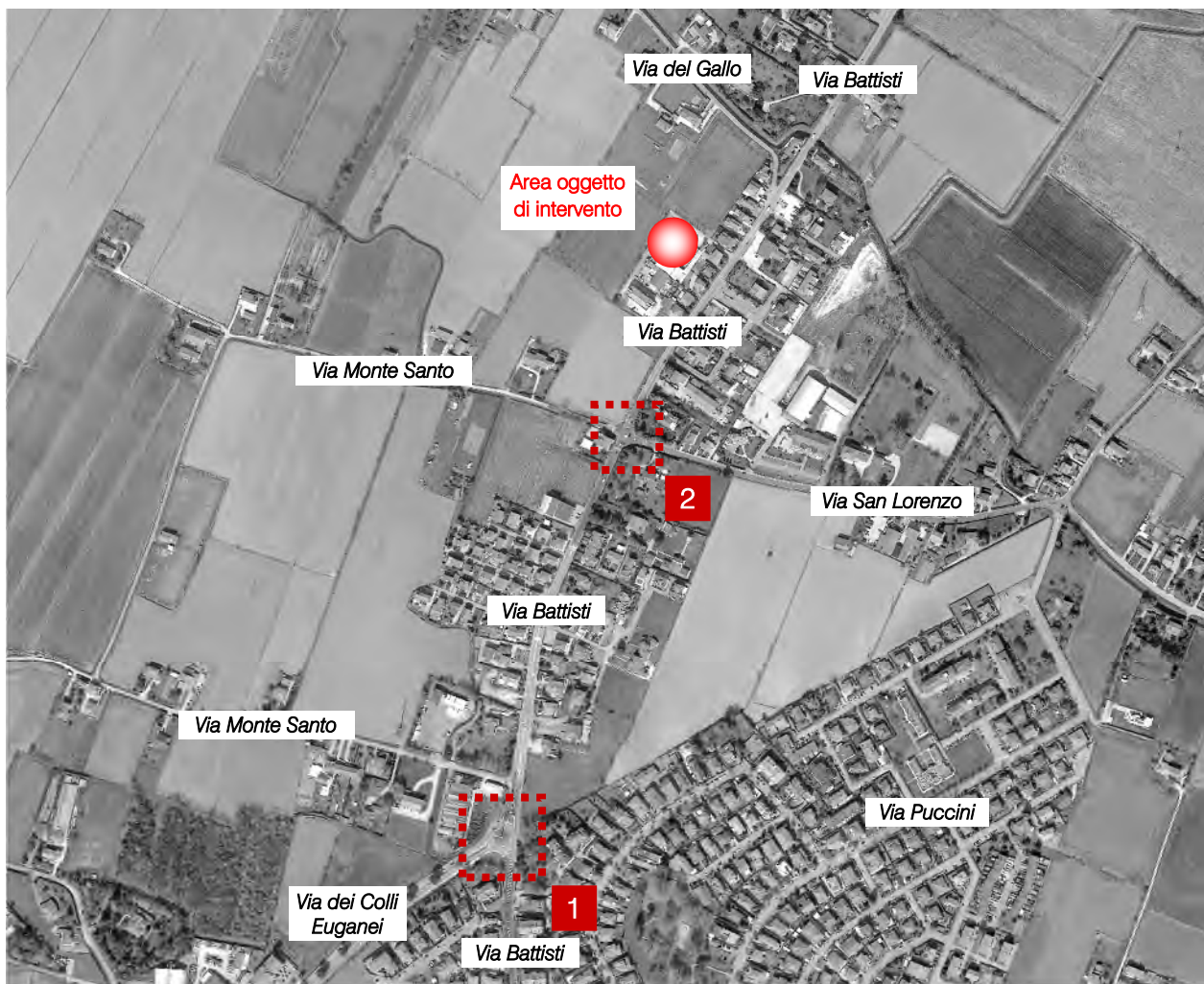


Figura 4.14 – Intersezioni rilevate

5 SCENARIO FUTURO

5.1 INTERVENTO DI PROGETTO

L'intervento oggetto di studio prevede la ristrutturazione e l'ampliamento della sede della società Templari S.r.l ubicata lungo Via Battisti in Comune di Abano Terme (PD), a nord del centro abitato, lungo l'arteria che permette di collegare direttamente la città con Selvazzano Dentro.

Il Comune di Abano Terme è dotato di Piano Regolatore Generale approvato con deliberazione della Giunta Regionale Veneto n. 4004 del 16 novembre 1999 e successive varianti parziali, di cui l'ultima denominata "Variante n. 63", approvata con Delibera di Consiglio Comunale n. 12 del 5 aprile 2022.

Il PRG vigente disciplina il tema delle attività produttive e artigianali, in particolare individua e disciplina n. 47 attività produttive diffuse attraverso le Schede Norma introdotte con la Variante n. 20 al PRG approvata con Delibera di Giunta Provinciale 144 del 6 luglio 2010 (rif. art. 44 delle Norme Tecniche Attuative del PRG). Le 47 schede delle Attività produttive diffuse del PRG vigente prevedono 20 attività il cui ampliamento non è ammissibile e 27 attività il cui ampliamento è ammissibile secondo i parametri definiti nelle specifiche schede.



Figura 5.1 – Scheda ID con superficie coperta ampliabile da PRG

L'ampliamento dell'attività Templari S.r.l. è disciplinato alla Scheda ID n. 2 (ex ditta Resthal S.r.l.) e rientra all'interno della prima categoria il cui ampliamento non è ammissibile: si ritiene opportuno avvalersi dell'art. 4 della L.R. 55/2012, combinato all'art. 8 del DPR 160/2010 che permette interventi in variante allo strumento urbanistico.

Allo stato attuale, la società Templari S.r.l. presenta una superficie coperta pari a 2.141,25 mq e una superficie a servizi di 775 mq, suddivisa in 125 mq a verde e 650 mq a parcheggio. L'azienda ha espresso l'esigenza di ampliare la struttura produttiva indicando necessarie una superficie coperta destinata agli uffici di 1.018,64 mq circa e una superficie coperta destinata al magazzino di 3.997,11 mq circa, ottenendo una superficie coperta complessiva nello scenario futuro di 7.157,00 mq circa. A completamento dell'area si prevede una superficie per l'area di carico e scarico delle merci di 700 mq, un parcheggio destinato ai dipendenti e clienti con n. 120 posti auto e un parcheggio destinato ai mezzi pesanti di n. 12 stalli, di cui n. 4 stalli per il periodo notturno.

Per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati contenuti nella pratica edilizia.

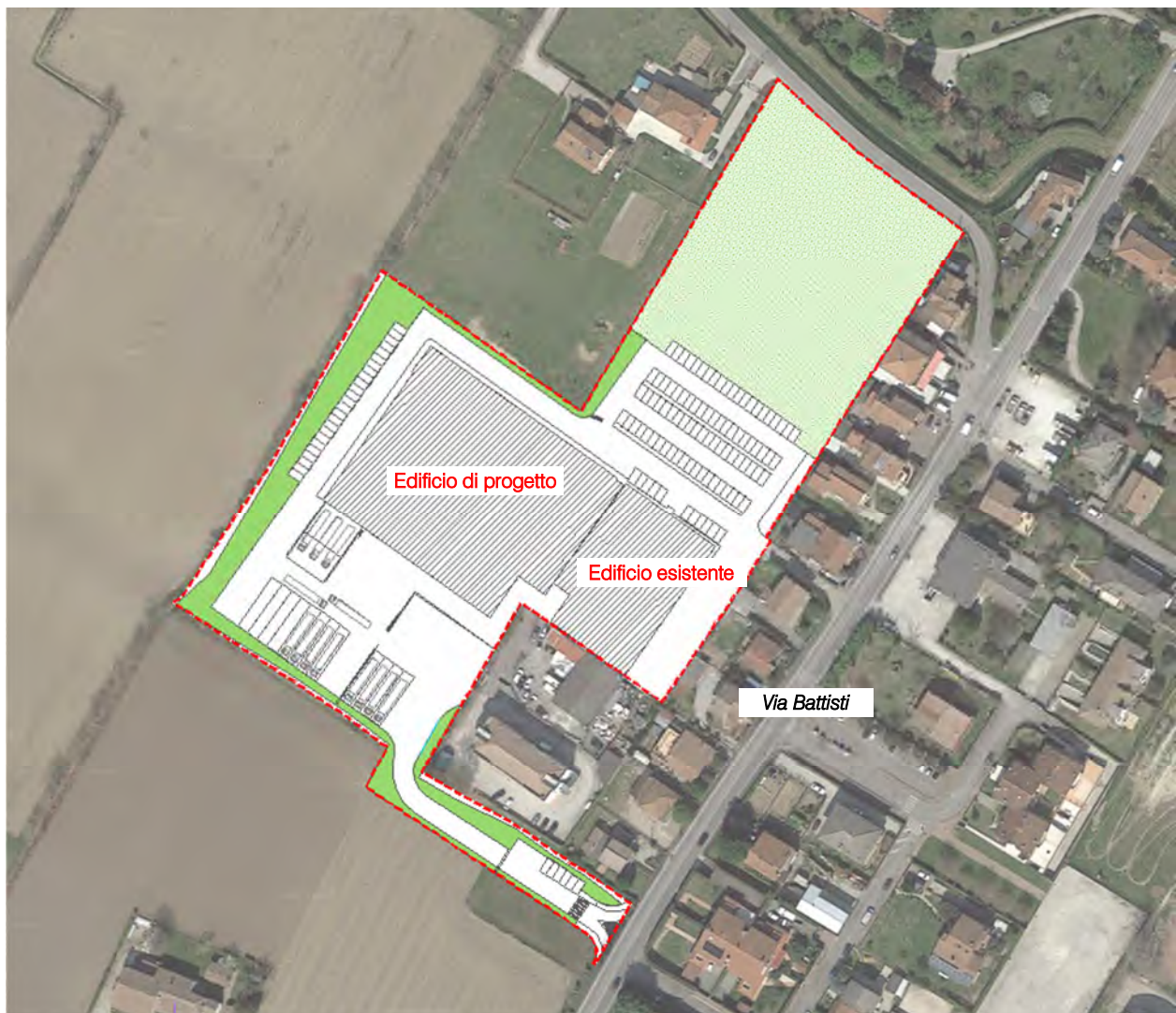


Figura 5.2 – Identificazione area di intervento



Figura 5.3 – Intervento di progetto – Render 1



Figura 5.4 – Intervento di progetto – Render 2

5.2 ACCESSIBILITÀ DI PROGETTO

L'intervento di progetto prevede due distinti accessi posti lungo Via Battisti.

I dipendenti e i clienti della società Templari S.r.l. potranno accedere all'area oggetto di ristrutturazione e ampliamento mediante l'attuale accesso. Si precisa che l'area destinata al parcheggio sarà ubicata sul lato nord-est dell'edificio produttivo.

I mezzi pesanti, invece, potranno accedere all'area di carico/scarico, posta a sud-ovest rispetto l'edificio in progetto, mediante la realizzazione di un secondo accesso in cui è prevista la sola manovra in destra sia per entrare che per uscire dall'area, in modo da non creare alcun aggravio al flusso veicolare esistente. Si osserva che l'intersezione a rotatoria tra Via Battisti e Via dei Colli Euganei consentirà ai mezzi pesanti in uscita dall'area oggetto di ristrutturazione e ampliamento di effettuare un'inversione di marcia.

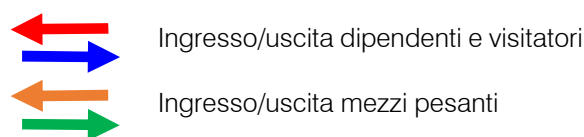


Figura 5.5 – Accessibilità area di intervento

5.2.1 Verifica ingombro dei mezzi di manovra

Il software utilizzato, Autopath – Swept path analysis, consente di descrivere e analizzare gli ingombri in fase di manovra di numerosi veicoli sterzanti, dalle automobili agli aeromobili.

Esso consente di controllare costantemente le manovre effettuate dal veicolo, garantendo elevata qualità della progettazione anche di microsistemi di regolazione del traffico (intersezioni a raso e rotatorie) ed

identificazione dei più opportuni layout all'interno di spazi organizzati (piattaforme logistiche, scali merci, centri intermodali, aree di rifornimento e di servizio, aeroporti, aree parcheggio).

L'utente, dopo aver scelto il veicolo da simulare all'interno di numerose librerie predefinite, deve guidarlo virtualmente; Autopath consente di controllare costantemente le manovre effettuate dal veicolo, interrompendo eventualmente quelle non consentite, valutando le svolte possibili in base alla velocità di percorrenza e calcolando automaticamente l'ingombro del veicolo.

Il software permette di quantificare l'ingombro di qualsivoglia manovra veicolare così da evidenziare in sede di progettazione quali siano i vincoli geometrici imprescindibili. In questo modo si possono simulare le manovre di svolta in avanti e indietro del veicolo tramite modalità di guida interattive che incorporano algoritmi di velocità, sopraelevazione, attrito laterale e raggio di svolta.

Di seguito si riportano le verifiche di ingombro dei mezzi di carico/scarico merci effettuate utilizzando un veicolo con lunghezza pari a 16,50 m. La verifica, effettuata considerando le manovre necessarie al mezzo pesante per entrare ed uscire dall'area riservata al carico/scarico delle merci, risulta soddisfatta realizzando l'isola spartitraffico in segnaletica orizzontale.

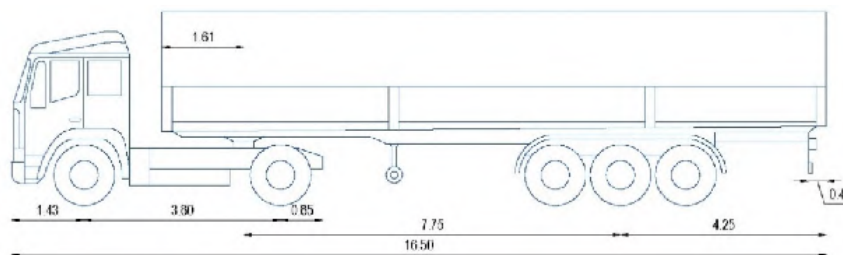


Figura 5.6 – Mezzo pesante da 33 pallet



Figura 5.7 – Manovra ingresso



Figura 5.8 – Manovra uscita

L'uscita dalla struttura potrà avvenire solo in destra. Poiché i mezzi pesanti saranno instradati lungo Via Battisti nord, sarà possibile effettuare la manovra di inversione in corrispondenza della rotatoria tra Via Battisti e Via dei Colli Euganei, posta a circa 650 m più a sud.

Date le dimensioni ridotte, non è possibile effettuare la manovra di inversione in corrispondenza della rotatoria più vicina la tra Via Battisti e Via San Lorenzo.

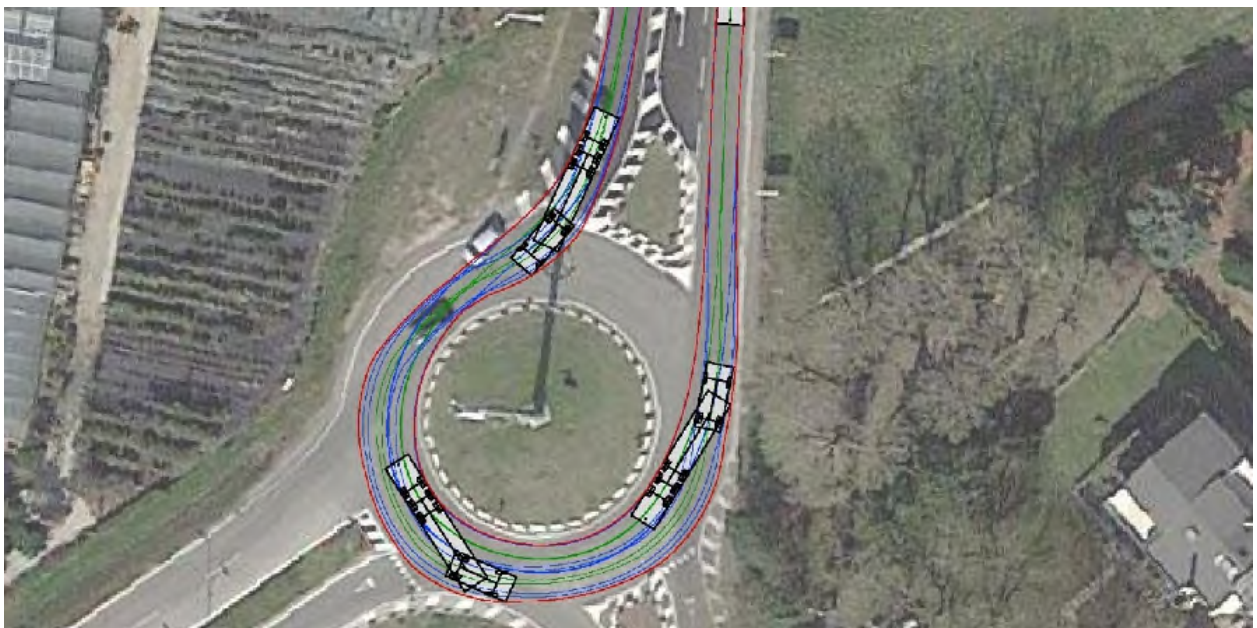


Figura 5.9 – Manovra di inversione rotatoria tra Via Battisti e Via dei Colli Euganei

5.3 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI DALL'INTERVENTO DI PROGETTO

Al fine di determinare il reale impatto viabilistico prodotto dal futuro scenario, dopo aver ricostruito lo stato di fatto in termini di offerta e domanda di trasporto e descritto l'intervento di progetto, è necessario stimare i flussi veicolari in accesso/egresso dal lotto in esame in aggiunta a quelli attualmente gravitanti sulla rete.

Obiettivo del presente studio è la valutazione dell'impatto viabilistico generato dalla ristrutturazione e ampliamento della sede di Abano Terme della società Templari S.r.l. che, allo stato attuale è possibile descrivere nelle sue caratteristiche generali, secondo le informazioni fornite dal Proponente.

Si prevede che, a seguito della ristrutturazione e ampliamento, l'azienda mantenga le stesse caratteristiche attuali; il ciclo lavorativo sarà composto da due turni lavorativi (8.30 – 13.00 e 14.00 – 17.30) e le spedizioni e ricezioni della merce si svolgono normalmente negli orari di apertura.

I mezzi pesanti (soprattutto motrici e furgoni, in misura minore bilici) e il numero di dipendenti che entrano ed escono dalla struttura attualmente attiva e quelli previsti nello scenario futuro sono stati forniti dal Committente.

Allo stato attuale, l'azienda dispone di n. 1 baia e i mezzi pesanti in ingresso e uscita dalla struttura sono circa 6 veicoli al giorno. Considerando le 8 ore lavorative e il numero di baie, si ottiene 1 mezzo pesante in ingresso e altrettanto in uscita ogni 1 ora e mezza: quindi nell'ora di punta della rete considerata nelle analisi è già presente 1 mezzo in ingresso e 1 mezzo in uscita dall'azienda.

A seguito della ristrutturazione e dell'ampliamento si prevedono n. 3 baie e 15 mezzi pesanti al giorno, di cui 6 mezzi già presenti nella rete. Ipotizzando di confermare la frequenza oraria attuale (1 mezzo pesante per baia ogni 1 ora e mezza) e considerando il numero di baie previsto, quindi, nello scenario futuro, a favore di una maggiore sicurezza dell'analisi, si avranno 3 mezzi pesanti in ingresso e 3 mezzi pesanti in uscita nell'ora di punta del sistema.

Per quanto riguarda il numero di dipendenti, attualmente nella struttura lavorano 34 persone tra impiegati e operai mentre nello scenario futuro si prevedono circa 130 dipendenti. Al fine dell'analisi, a scopo cautelativo, si considera un tasso di occupazione per auto pari al 100%, quindi solo conducente.

L'entità del movimento dei veicoli indotti dall'intervento di ristrutturazione e ampliamento si può stimare come la differenza tra i veicoli che sono già presenti nella rete allo stato attuale e i veicoli che lo scenario futuro sarà in grado di attrarre, ovvero:

- 3 mezzi pesanti futuri – 1 mezzo pesante attuale = 2 mezzi pesanti/h;
- 130 veicoli dei dipendenti futuri – 34 veicoli dei dipendenti attuali = 96 veicoli/h dei dipendenti indotti.

L'indotto dovuto ai visitatori diretti alla società Templari S.r.l. è ipotizzato pari alla metà del numero dei dipendenti, stimati in 12 indotti nell'arco delle 8 ore lavorative; quindi 2 veicoli in ingresso e altrettanti in uscita nelle ore di punta previste.

Considerando il ciclo lavorativo (8.30 – 13.00 e 14.00 – 17.30), per l'intervento oggetto del presente studio si ha, quindi, la seguente distribuzione di indotti per l'ora di punta del mattino e del pomeriggio:

Ora di punta	Indotti dei mezzi pesante	Indotti dei dipendenti	Indotti dei visitatori
Hdp mattino (07.30 – 08.30)	2 mezzi in ingresso 2 mezzi in uscita	96 veicoli in ingresso	2 veicoli in ingresso
Hdp pomeriggio (17.30 – 18.30)	2 mezzi in ingresso 2 mezzi in uscita	96 veicoli in uscita	2 mezzi in uscita

Tabella 5.1 – Mezzi pesanti e veicoli leggeri indotti dalla ristrutturazione e ampliamento

5.4 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI

Per determinare i flussi di traffico futuri, ai flussi veicolari esistenti, caratterizzanti il sistema viario d'interesse, sono stati sommati i flussi indotti generati dall'intervento di ristrutturazione e ampliamento, secondo la nuova ripartizione del futuro assetto. Il flusso indotto viene quindi ripartito secondo le direzioni di provenienza attuali valutate sulla base della vicinanza dei poli attrattori rispetto all'area di analisi e della tipologia di utenza prevista oltre che dall'entità dei flussi attuali.

Nella figura seguente si riporta in planimetria la ripartizione percentuale degli indotti dei veicoli leggeri sulla viabilità di afferenza all'area in base anche alla modalità di accesso alla struttura.

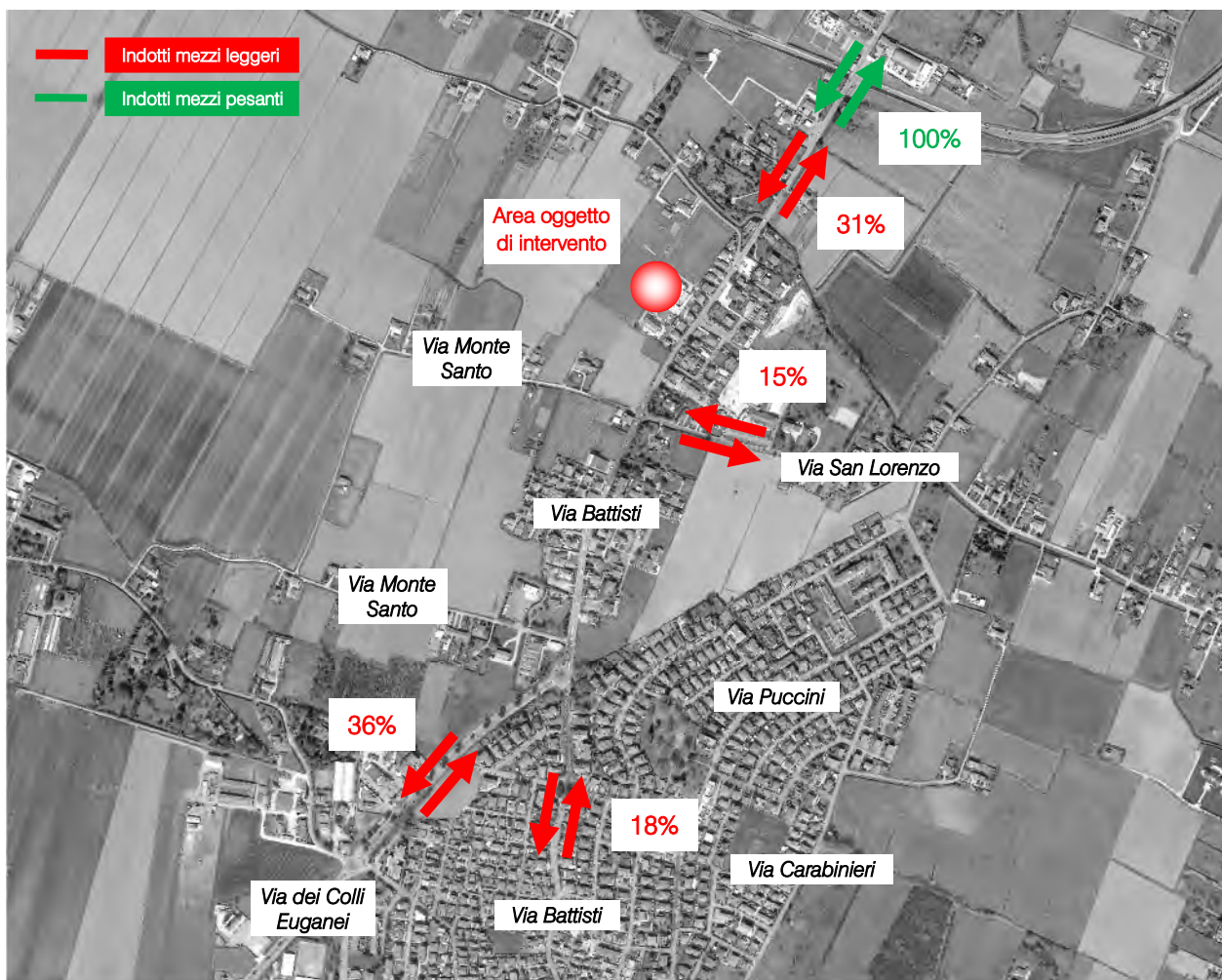


Figura 5.10 – Distribuzione indotti intervento

In particolare si stima che:

- il 36% dell'utenza abbia origine – destinazione Via dei Colli Euganei;
- il 18% dell'utenza abbia origine – destinazione Via Battisti sud;
- il 15% dell'utenza abbia origine – destinazione Via San Lorenzo;
- il 31% dell'utenza abbia origine – destinazione Via Battisti nord.

Per quanto riguarda gli indotti dei mezzi pesanti, sulla base dei dati forniti dal Committente, la totalità dei mezzi avrà origine – destinazione Via Battisti nord in direzione Selvazzano Dentro/Padova.

L'azienda oggetto di ristrutturazione e ampliamento può essere raggiunta con i mezzi di trasporto pubblico in transito su Via Battisti: a scopo cautelativo, per l'analisi degli impatti sulla viabilità, si assume che questa tipologia di utenza utilizzi la propria autovettura. Analogamente per quanto attiene alla modalità di spostamento lenta (pedoni e cicli) ciascun spostamento viene considerato come spostamento in auto.

Si rimanda agli elaborati grafici in allegato per la specificazione dei volumi di traffico futuri espressi in veicoli equivalenti/ora. Nei capitoli successivi, invece, verranno descritte in dettaglio le verifiche funzionali della rete viaria nel suo complesso e dei nodi stradali della viabilità di afferenza.

6 LIVELLI DI SERVIZIO

6.1 DEFINIZIONI

La classificazione qualitativa della congestione è eseguita in genere secondo una scala di sei lettere (da A ad F) che rappresentano i diversi livelli di servizio (LOS), come definiti nel manuale statunitense – l'Highway Capacity Manual (HCM). Nell'ambito dell'ingegneria dei trasporti tali livelli sono utilizzati per descrivere l'entità di traffico su tronchi stradali o intersezioni. Le verifiche analitiche della rete viaria non possono perciò prescindere dall'esposizione di alcuni riferimenti teorici che vengono di seguito chiariti. I principali indici ai quali si farà riferimento sono:

- *Volume di traffico orario o flusso orario f (veic/h)*: numero di veicoli che transita - o che si prevede transiterà - in un'ora, attraverso una data sezione di una corsia o di una strada.
- *Traffico medio giornaliero annuo T_{mga}* : è il rapporto fra il numero di veicoli che attraversano una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365 giorni. Tale dato si riporta ad un intervallo di tempo molto ampio e non tiene conto delle oscillazioni del traffico, nei vari periodi dell'anno, per cui è più significativo il valore del traffico giornaliero medio T_{gm} definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in dato numero di giorni opportunamente scelti nell'arco dell'anno, transitano attraverso la data sezione ed il numero di giorni in cui si è eseguito il rilevamento.
- *Portata veicolare Q* : numero di veicoli transitanti - o che si prevede transiterà - in una sezione della strada durante un intervallo di tempo inferiore all'ora; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. Tra le portate assume fondamentale importanza, in ingegneria stradale, la capacità.
- *Portata di servizio*: flusso massimo gestibile con un determinato livello di servizio.
- *Capacità C* : è la portata massima relativa ad un dato periodo di tempo che, in una sezione di una corsia o di una strada, per determinate condizioni della strada stessa, dell'ambiente e del traffico, ha "sufficiente probabilità di non essere superata". La capacità rappresenta la risposta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento. Dal punto di vista tecnico assumerà un valore soddisfacente quando si mantiene superiore alla portata.
- *Intensità di traffico*: portata di punta che deriva dai quindici minuti più carichi all'interno dell'ora.
- *Densità di traffico D* : è il numero dei veicoli presenti in un dato istante in un tratto stradale di determinata lunghezza (in genere 1 km); il volume del traffico sarà pertanto uguale al prodotto della densità per la velocità.
- *Velocità del deflusso V* : velocità media nello spazio.
- Relazione fondamentale del deflusso:

$$\text{Portata (Q)} = \text{Densità (D)} \cdot \text{Velocità di deflusso (V)}$$

Dopo aver chiarito il significato di alcuni tra i parametri fondamentali della teoria della circolazione si può comprendere più facilmente il concetto di Livello di servizio (LOS). Il LOS può essere visto, in generale, come

funzione lineare della densità (veicoli/km): è ottimo quando la densità è bassa e viceversa. In pratica si può definire come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico, ovvero il grado con il quale il traffico presente vincola il conducente durante la marcia. Si tratta, quindi, di un indice maggiormente significativo rispetto alla semplice conoscenza del flusso massimo o della capacità. L'HCM riconosce generalmente 5 livelli di servizio connotati con le prime cinque lettere dell'alfabeto (da A ad E). Ad essi si aggiunge un sesto livello F, nel quale la congestione azzerà il passaggio dei veicoli. In particolare i LOS definiscono i seguenti stadi di circolazione:

- *LOS A*: rappresenta le condizioni di flusso libero, cioè ogni veicolo si muove senza alcun vincolo ed in libertà assoluta di manovra entro la corrente;
- *LOS B*: rappresenta le condizioni di deflusso con modesta riduzione della velocità ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico;
- *LOS C*: rappresenta una condizione di deflusso intermedia; la presenza degli altri veicoli determina vincoli sempre maggiori causando una riduzione di comfort ma un flusso ancora stabile;
- *LOS D*: in queste condizioni il flusso è ancora stabile sebbene la libertà di manovra sia ampiamente ridotta ed il livello di comfort fisico e psicologico comincia ad essere basso;
- *LOS E*: in queste condizioni il flusso si avvicina al limite della capacità e i condizionamenti tra i veicoli sono pressoché totali; le condizioni di deflusso sono al limite della stabilità;
- *LOS F*: questo livello rappresenta le condizioni di flusso forzato; si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino all'insorgere di forti fenomeni di accodamento.

Il livello di servizio si configura quindi, in generale, come una misura qualitativa dell'effetto di certi fattori che comprendono la velocità ed il tempo di percorrenza, le interruzioni del traffico, la libertà di manovra, la sicurezza, la comodità della guida ed i costi di esercizio. La scelta dei singoli livelli è stata definita in base a particolari valori di alcuni di questi fattori.

6.2 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE

Il livello di servizio secondo la metodologia HCM, definito per tale tipologia di incrocio, è calcolato sulla base del ritardo relativo a ciascun movimento.

L'intera procedura si fonda su una precisa gerarchia delle correnti di traffico:

- *correnti di priorità 1*: correnti della strada principale dirette e di svolte a destra (movimenti 2, 3, 5, 6);
- *correnti di priorità 2*: correnti di svolta a sinistra dalla strada principale e di svolta a destra dalle secondarie (movimenti 1, 4, 9, 12);
- *correnti di priorità 3*: correnti delle strade secondarie di attraversamento dell'intersezione (movimenti 8, 11);
- *correnti di priorità 4*: correnti delle strade secondarie di svolta a sinistra (movimenti 7, 10).

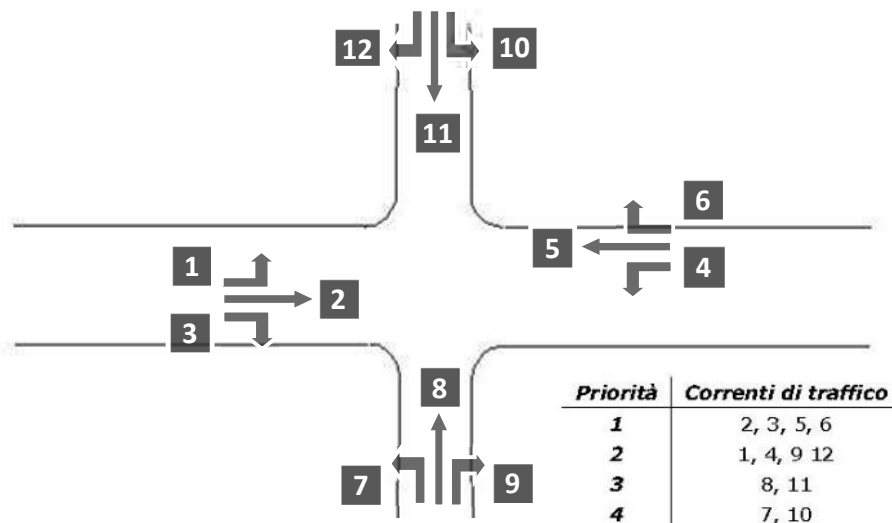


Figura 6.1 – Gerarchia delle correnti di traffico

Il calcolo finale dei ritardi relativi a ciascun movimento presuppone, secondo la metodologia H.C.M., alcune operazioni preliminari.

Determinazione delle portate di conflitto

Il termine “portata di conflitto” rappresenta la somma delle portate a cui una corrente di traffico deve necessariamente dare la precedenza. Le manovre saranno quindi caratterizzate da una portata di conflitto, fatta naturalmente eccezione per le correnti a priorità 1. Essendo N il numero delle corsie della strada principale, le singole portate di conflitto sono:

Tipo di movimento	Determinazione portate di conflitto $q_{c,x}$	
Svolta a sinistra dalla strada principale [1, 4]	$q_{c,1}=q_5+q_6$	$q_{c,4}=q_2+q_3$
Svolta a destra dalla strada secondaria [9, 12]	$q_{c,9}=q_2/N+0.5 q_3$	$q_{c,12}=q_5/N+0.5 q_6$
Correnti dirette dalla strada secondaria [8, 11]	$q_{c,8}=2(q_1+q_4)+q_2+q_5+0.5q_3+q_6$	$q_{c,10}=2(q_1+q_4)+q_2+q_5+q_3+0.5q_6$
Svolta a sinistra dalla strada secondaria [7, 10]	$q_{c,7}=2(q_1+q_4)+q_2+q_5/N+0.5q_3+0.5q_6+0.5q_{11}+0.5q_{12}$	$q_{c,10}=2(q_1+q_4)+q_2/N+q_5+0.5q_3+0.5q_6+0.5q_8+0.5q_9$

Tabella 6.1 – Portate di conflitto

Determinazione degli intervalli e dei distanziamenti critici

I conducenti appartenenti ad una corrente secondaria per attuare la scelta di attraversamento od immissione in un altro flusso, si basano su delle stime soggettive di posizione e velocità dei veicoli del flusso ostacolante. L'*intervallo critico* T_c si può quindi definire come il più piccolo intervallo temporale fra i veicoli della corrente principale accettato da un utente della corrente secondaria per effettuare la manovra suddetta. Diverso è il concetto di *intervallo o tempo di sequenza* T_f che rappresenta, invece, il distanziamento tra veicoli della corrente secondaria che effettuano la manovra di attraversamento od immissione sfruttando lo stesso “varco” nella corrente principale.

Sulla base di risultati sperimentali sono stati individuati dei valori base sia per T_c che per T_f :

Tipo di movimento	Intervallo critico base T_{cb} (sec)		Intervallo di sequenza base T_b (sec)
	Strada principale a due corsie	Strada principale a quattro corsie	
Svolta a sinistra dalla strada principale	4.1	4.1	2.2
Svolta a destra dalla strada secondaria	6.2	6.9	3.3
Correnti dirette dalla strada secondaria	6.5	6.5	4.0
Svolta a sinistra dalla strada secondaria	7.1	7.5	3.5

Tabella 6.2 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra

Tali valori, a seconda della particolare situazione, dovranno essere opportunamente corretti in relazione alla percentuale dei veicoli pesanti e alla pendenza delle livellette delle strade secondarie tramite apposite formule suggerite nel manuale.

Calcolo della capacità potenziale

Dopo aver determinato le portate di conflitto ($q_{c,x}$), gli intervalli critici ($T_{c,x}$) e di sequenza ($T_{f,x}$) è possibile calcolare la “capacità potenziale” relativamente a ciascun movimento mediante la seguente relazione:

$$C_{p,x} = q_{c,x} \cdot \frac{e^{-q_{c,x} T_{c,x} / 3600}}{1 - e^{-q_{c,x} T_{f,x} / 3600}}$$

Calcolo della capacità effettiva mediante correzioni per impedenza

La validità della formula è garantita, tuttavia, solo sotto certe ipotesi restrittive. Quando queste non risultano verificate è necessario applicare dei coefficienti correttivi che riducono il valore della “capacità potenziale” giungendo così alla determinazione della cosiddetta “capacità effettiva” ($c_{e,x}$). Alle correnti a priorità 1 non bisogna applicare alcun coefficiente dal momento che non si arrestano per seguire la manovra. Per le correnti di priorità 2, la capacità effettiva risulta pari a quella potenziale. I movimenti a priorità 3 e 4 invece subiscono una riduzione di capacità, detta impedenza, la quale risulta tanto minore quanto più elevata è la probabilità di non avere veicoli di rango inferiore in attesa di compiere la loro manovra. Esaurite le operazioni preliminari sopra descritte, per il cosiddetto “ritardo di controllo” viene suggerita la formula:

$$d_x = \frac{3600}{c_{e,x}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{q_x}{c_{e,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{q_x}{c_{e,x}} - 1 \right)^2 + \frac{3600 \cdot q_x}{450 \cdot T \cdot c_{e,x}}} \right] + 5$$

dove d_x rappresenta proprio il ritardo medio per il generico movimento x (sec/veic) e T il periodo di analisi in ore, mentre il termine costante di 5 sec tiene conto dei perditempi in decelerazione ed accelerazione rispetto alla velocità a flusso libero.

Nei casi in cui sulla strada principale non vi sia una corsia esclusiva di accumulo per la svolta a sinistra, i veicoli che devono eseguire la manovra diretta o di svolta a destra risultano ostacolati dagli utenti che devono svoltare a sinistra, subendo così un ritardo.

Tale grandezza è calcolabile tramite una apposita formula che tiene conto del ritardo medio dei veicoli che eseguono la manovra di svolta a sinistra dalla principale. Il ritardo complessivo dell'intersezione può essere infine calcolato come media pesata sulle portate veicolari:

$$d_r = \frac{\sum d_x \cdot q_x}{\sum q_x}$$

Il criterio per individuare il livello di servizio, una volta determinato il ritardo relativo a ciascun movimento ed il ritardo medio globale, è riportato nella tabella seguente:

<i>Livello di servizio (LOS)</i>	<i>Ritardo di controllo medio (sec/veic)</i>
<i>A</i>	<i>0-10</i>
<i>B</i>	<i>>10-15</i>
<i>C</i>	<i>>15-25</i>
<i>D</i>	<i>>25-35</i>
<i>E</i>	<i>>35-50</i>
<i>F</i>	<i>>50</i>

Tabella 6.3 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate

6.3 LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

In relazione alla capacità ed al livello di servizio di un'intersezione a rotatoria occorre notare come essi dipendano essenzialmente da due fattori:

- le caratteristiche geometriche;
- i flussi veicolari gravanti sul nodo.

In particolare nella determinazione del livello di servizio è necessario considerare il comportamento del guidatore in quanto le modalità di approccio ad un'intersezione a rotatoria sono fondamentali per la valutazione dell'entità complessiva del ritardo. Facendo riferimento alla classificazione proposta dall'HCM per le intersezioni non semaforizzate i LOS relativi agli approcci di un'intersezione sono stimati sulla base dei ritardi medi accumulati dai veicoli. Il criterio per individuare il livello di servizio, una volta determinato il ritardo relativo a ciascun movimento ed il ritardo medio globale è riassunto nella Figura 6.2.

Ciò premesso, mentre per un'intersezione classica la nozione di ritardo risulta essere intuitiva, nel caso delle rotatorie il "ritardo complessivo" risulta più articolato. La valutazione del tempo di attraversamento di una rotatoria richiede infatti l'analisi delle diverse fasi in cui si svolge tale processo, ad ognuna delle quali è possibile associare una quota parte del ritardo complessivo.

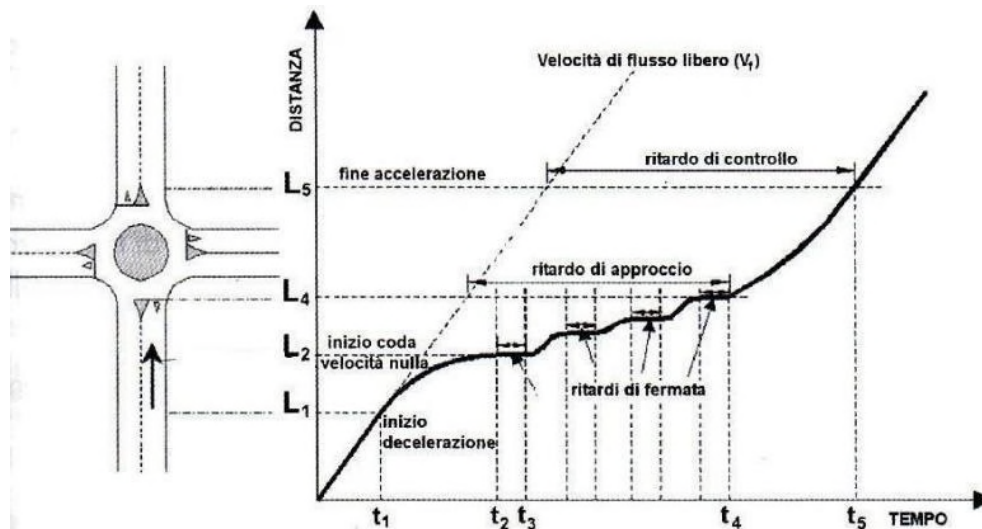


Figura 6.2 – Definizione tipologie di ritardo per una rotondina

In particolare, come si evince dalla Figura 6.2 si possono distinguere tre intervalli temporali:

- *Ritardo di approccio (d_a):* tale componente deriva dal fatto che il guidatore generalmente riduce la propria velocità in prossimità dell'incrocio con un'altra direttrice di marcia. Tale ritardo è quantificabile come la differenza tra il tempo impiegato dai veicoli per percorrere una distanza prefissata da un punto a monte dell'intersezione (L_1) alla linea di dare la precedenza (L_4) e il tempo necessario a percorrere la stessa distanza alla velocità di flusso libero (V_f). Con riferimento alla figura si ha:

$$d_a = (t_4 - t_1) - \frac{L_4 - L_1}{V_f}$$

- *Ritardo di fermata (d):* tale componente deriva dal fatto che generalmente il guidatore prima di attraversare l'intersezione, è costretto a fermarsi ed aspettare il proprio turno. Nel caso delle intersezioni a rotondina, questo avviene anche più volte consecutivamente, per effetto della presenza dei veicoli in coda che precedono il generico utente. Il ritardo di fermata dipende pertanto dal flusso circolante sull'anello e dal cosiddetto "gap-acceptance" (intervallo spazio-temporale accettato) dei guidatori in ingresso. Tale ritardo può essere quindi definito come:

$$d = t_3 - t_2$$

- *Ritardo di controllo (d_c):* tale componente include invece il ritardo dovuto alle fasi di decelerazione, di fermata e di accelerazione. Può essere calcolato come la differenza tra il tempo che intercorre tra l'inizio della fase di decelerazione e la fine della fase di accelerazione ed il tempo impiegato a percorrere la stessa distanza alla velocità di flusso libero. Considerando la schematizzazione in figura si ha:

$$d_c = (t_5 - t_1) - \frac{L_5 - L_1}{V_f}$$

Il livello di servizio si può quindi ricavare confrontando il ritardo medio ricavato con le indicazioni fornite dall'HCM 2000 relativamente alle intersezioni non semaforizzate. Il meccanismo di funzionamento di una rotondina risulta infatti maggiormente accostabile a quello delle intersezioni regolate da "Stop" o dal "Dare

precedenza” piuttosto che ad altre modalità di gestione. In pratica anche per quanto riguarda le rotatorie, gli utenti in attesa di immettersi nell’anello circolatorio accumulano perditempo commisurati direttamente al flusso veicolare in opposizione. Nel seguito, grazie all’ausilio delle microsimulazioni dinamiche verranno ricavati una serie di indicatori prestazionali relativi agli approcci del nodo oggetto di valutazione tra cui il “ritardo medio per veicolo”. Questo viene calcolato quando il veicolo completa il segmento stradale oggetto di valutazione (che nel caso in esame inizia 150 m prima dell’approccio dell’intersezione e termina in corrispondenza della sezione di uscita) sottraendo il tempo di percorrenza teorico (ideale) dal tempo di percorrenza reale. Il tempo di percorrenza teorico è il tempo che verrebbe impiegato per compiere il tragitto definito se nella rete non ci fossero altri veicoli e nessun impianto semaforico o fermata (tenendo conto delle zone di rallentamento quali ad es. curve o restringimenti).

Anche in questo caso il ritardo complessivo dell’intersezione può essere infine calcolato come media pesata sulle portate veicolari:

$$d_r = \frac{\sum d_x \cdot q_x}{\sum q_x}$$

Direttamente correlato ai perditempo accumulati dai veicoli sui rami di approccio dell’intersezione troviamo infine il concetto di accodamento. Le condizioni di deflusso possono infatti dar luogo, soprattutto nelle ore di punta a formazione di coda. Nelle successive microsimulazioni verrà utilizzata la seguente definizione di “coda”: un veicolo si trova in situazione di accodamento quando la sua velocità scende al di sotto dei 5 km/h e la distanza dal veicolo che lo precede è inferiore ai 20 m. Qualora questa aumenti fino a superare i 20 m o venga superata la velocità di 10 km/h si ritiene che il veicolo non sia più in coda.

7 ANALISI MICROSIMULATIVA

7.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE

Al fine di produrre un'analisi completa e dettagliata dell'impatto viabilistico determinato dalla ristrutturazione e ampliamento della struttura produttiva in esame, sono state eseguite due distinte microsimulazioni corrispondenti alla situazione attuale (Scenario 0) e allo scenario futuro (Scenario 1):

- *Scenario 0: Stato di fatto;*
- *Scenario 1: Scenario futuro – ristrutturazione e ampliamento della sede della società Templari S.r.l.*

Tali microsimulazioni sono state riferite all'ora di punta mattutina del venerdì (07.30 – 08.30) che, come riscontrato dai dati di traffico, rappresenta l'intervallo di punta per il sistema viario.

Questa modalità di verifica, oltre a produrre un output visivo di immediata interpretazione fornisce anche precisi indicatori prestazionali quali i ritardi e le lunghezze delle code.

Nello sviluppo delle microsimulazioni, i nodi e gli archi della rete stradale sono stati riprodotti rispettando fedelmente le dimensioni geometriche planimetriche e altimetriche; su questi sono state successivamente inserite le zone di rallentamento in corrispondenza dei tratti curvilinei e in prossimità degli approcci delle intersezioni. È stato inoltre imposto il corretto rispetto delle precedenza e degli stop.

La rete è stata quindi riprodotta puntualmente e tutti i parametri del software sono stati impostati in maniera tale da ottenere un comportamento realistico dei veicoli.

I parametri utilizzati per definire il comportamento dinamico dei veicoli, quali l'intervallo temporale di "Gap acceptance" o le curve di accelerazione/decelerazione dei mezzi sono state opportunamente differenziate a seconda delle diverse tipologie veicolari. Tali scelte, essenziali per poter ottenere risultati attendibili, implicano, tra le altre cose, che i mezzi pesanti debbano avere a disposizione un intervallo temporale superiore a quello necessario alle autovetture per impegnare un'intersezione o per compiere qualsiasi altra manovra che modifichi il loro comportamento dinamico.

Sia allo stato attuale che nelle ipotesi future sono stati simulati 7.200 secondi, ovvero l'intera ora di punta estesa alla mezz'ora precedente e successiva per un intervallo complessivo di due ore. Si sono considerate significative le letture relative ai 3.600 secondi centrali, trascurando i primi e gli ultimi 30 minuti in cui il sistema raggiunge ed esaurisce le condizioni di regime.

Di seguito assieme alle illustrazioni delle microsimulazioni a grande scala relative alle reti simulate, si riportano gli estratti esemplificativi di alcuni particolari simulati nei vari scenari.

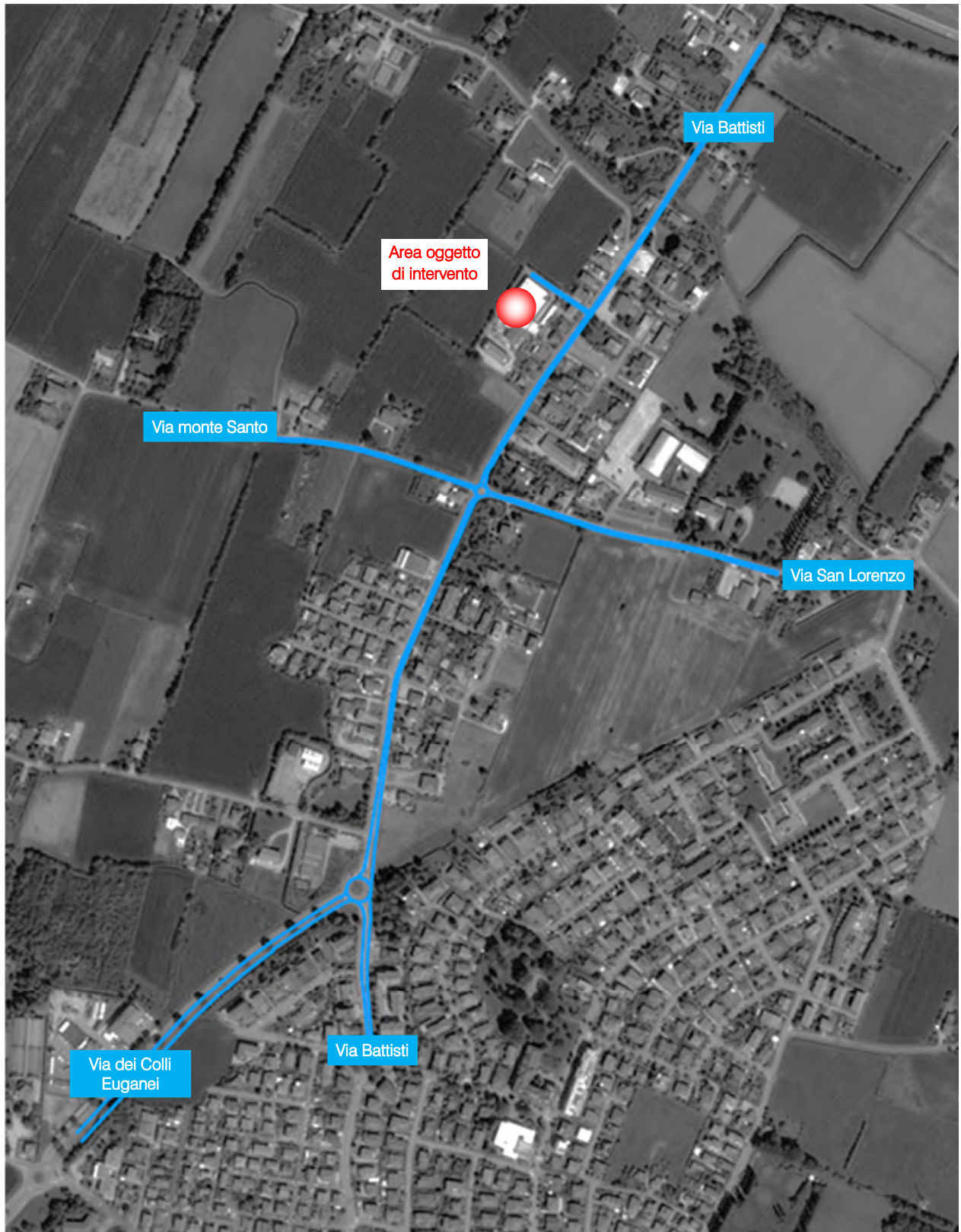


Figura 7.1 – Rete microsimulata 2D – Scenario 0

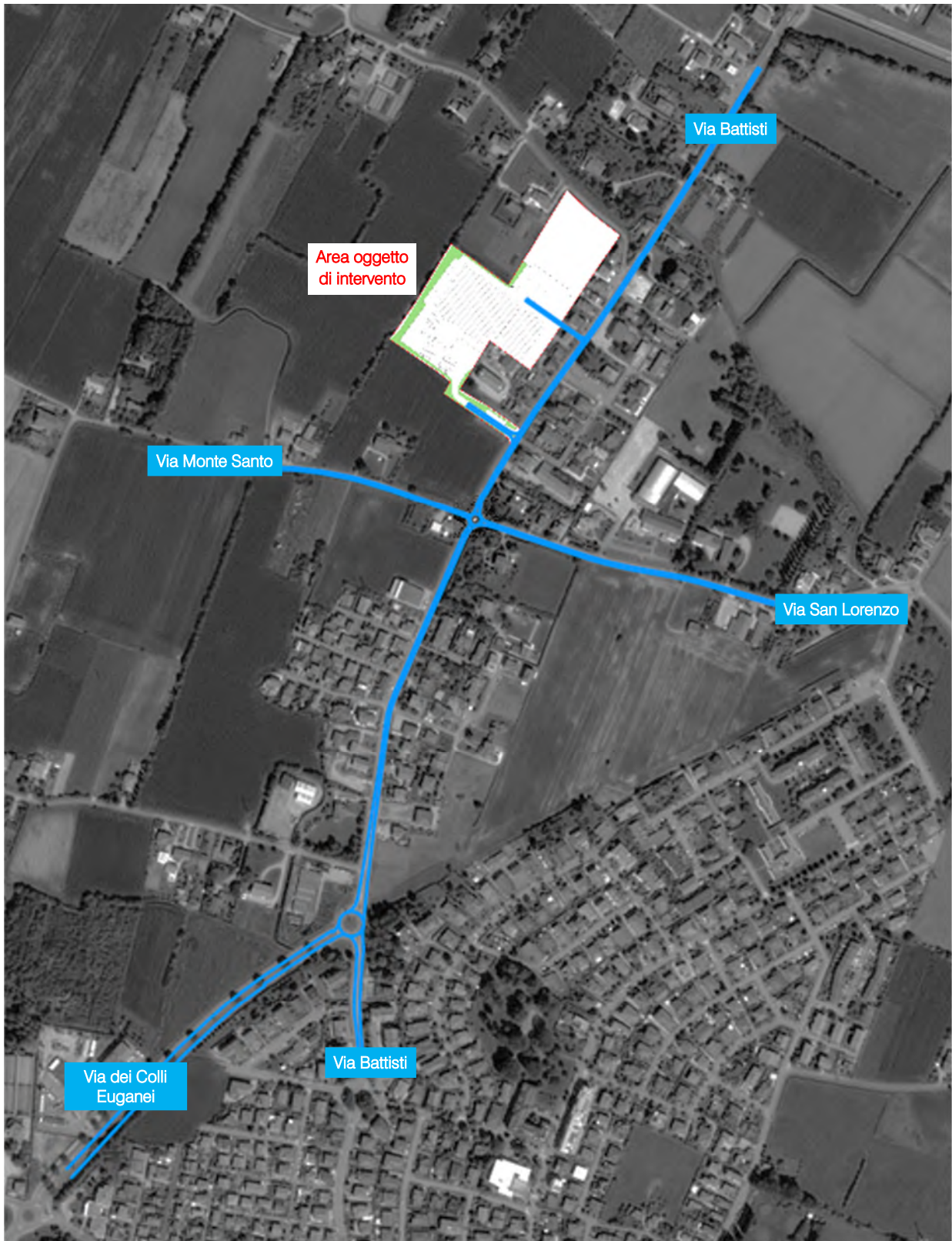


Figura 7.2 – Rete microsimulata 2D – Scenario 1

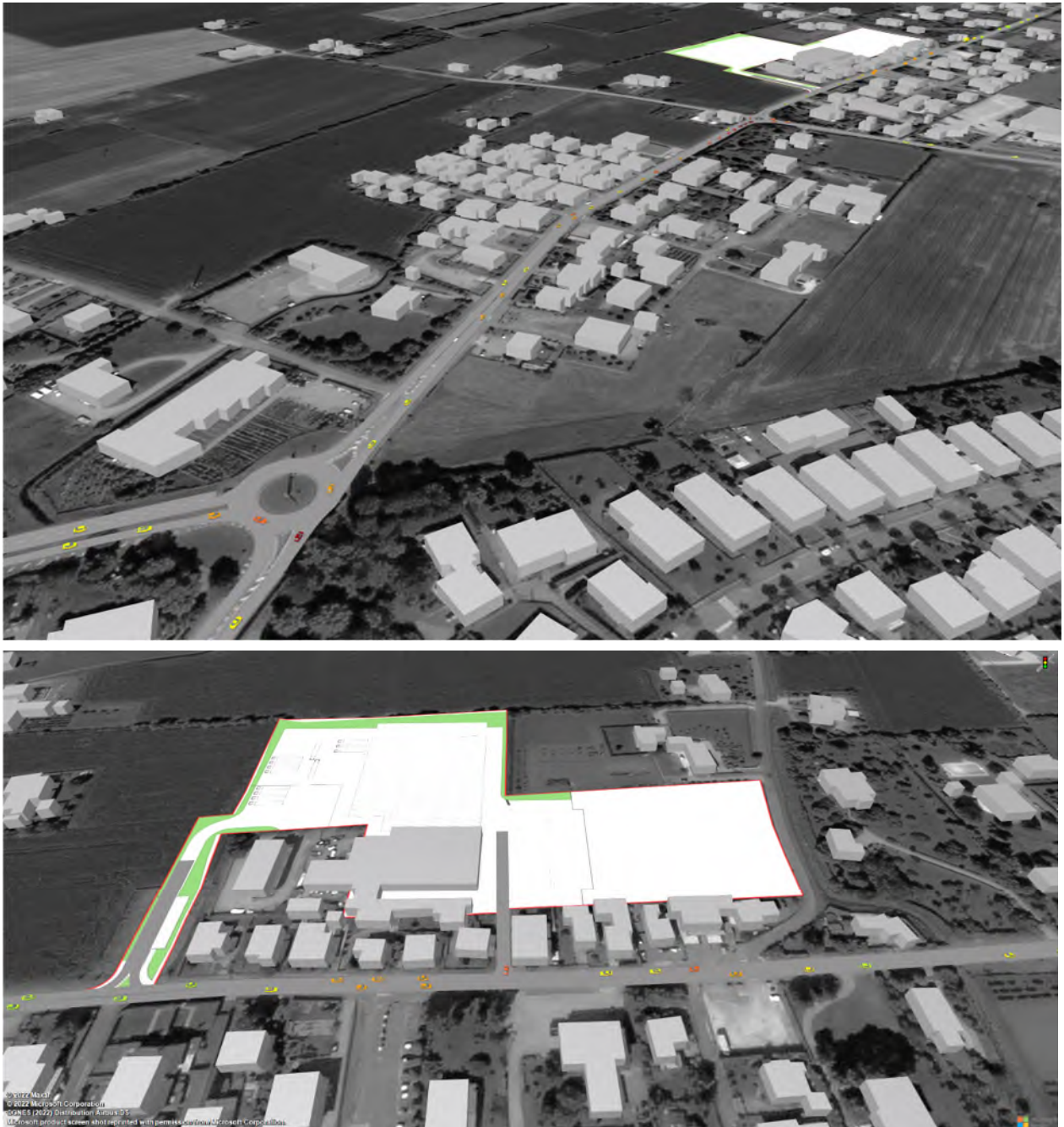


Figura 7.3 – Dettagli della rete microsimulata 3D – Scenario 1

7.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI

Le microsimulazioni dinamiche eseguite producono come output oltre a dei filmati video in tempo reale, utili per un'immediata visione del funzionamento della rete viaria, anche una serie di indicatori prestazionali. I valori ottenuti consentono di ricavare e comparare in modo analitico i LOS dei vari approcci di ogni singola intersezione relativamente allo stato di fatto e allo scenario futuro.

Nel dettaglio sono stati utilizzati due distinti livelli di valutazione.

Livello 1: Valutazione globale della rete viaria

Questo livello di analisi fornisce una visione globale e di facile comprensione per quanto riguarda il funzionamento dell'intera rete viaria e ciò consente di comparare in modo immediato differenti scenari grazie all'ausilio di specifici indicatori prestazionali elencati in seguito:

- distanza totale percorsa dai veicoli;
- tempo totale di viaggio;
- velocità media dei veicoli;
- ritardo totale dei veicoli;
- ritardo medio per veicolo.

Livello 2: Valutazione di nodo

Questo livello di analisi ha riguardato i nodi della rete attuale e di progetto così da poter quantificare gli effetti sulla circolazione imputabili alla presenza del nuovo magazzino. Gli indicatori prestazionali utilizzati per questa analisi sono stati:

- la lunghezza media della coda per ogni approccio;
- il ritardo medio per i veicoli provenienti dai vari approcci;
- il corrispondente LOS per ogni approccio.

Si precisa che per definire la situazione di coda si è stabilito che un veicolo inizia a fare coda quando si muove a una velocità inferiore ai 5 km/h e si trova ad una distanza dal mezzo che lo precede inferiore ai 20m; tale situazione perdura fino a quando viene superato questo valore di distanza o la velocità di 10 km/h.

7.2.1 Valutazioni di rete

Basandosi sui valori degli indicatori prestazionali descritti, avvalorati dalla percezione visiva del funzionamento della rete ottenuta mediante l'analisi a video delle simulazioni, si presenta di seguito una valutazione critica dei risultati ottenuti, distinta tra lo stato attuale e lo scenario futuro. Dalle risultanze emergono le seguenti considerazioni:

- il numero di veicoli simulato nei due scenari risulta congruente ai rilievi di traffico effettuati per lo stato di fatto, mentre per lo scenario di progetto tale entità aumenta del numero di veicoli aggiuntivi indotti dall'intervento. Si precisa che il modello di microsimulazione adotta lievi approssimazioni di generazione dei veicoli;
- il tempo di ritardo medio aumenta nello scenario di progetto mentre la velocità media diminuisce rispetto allo stato di fatto, in modo contenuto.

Ora di punta 07.30 – 08.30: Scenario 0

SCENARIO 0	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	2.316
Totale distanza percorsa veicoli (km)	2.925,0
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	72,1
Velocità media (km/h)	40,6
Totale ritardo veicoli (h)	12,2
Ritardo medio per veicolo (s)	19,0

Tabella 7.1 – Valutazione di rete – Scenario 0

Ora di punta 07.30 – 08.30: Scenario 1

SCENARIO 1	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	2.418
Totale distanza percorsa veicoli (km)	3.013,3
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	75,4
Velocità media (km/h)	40,0
Totale ritardo veicoli (h)	13,5
Ritardo medio per veicolo (s)	20,1

Tabella 7.2 – Valutazione di rete – Scenario 1

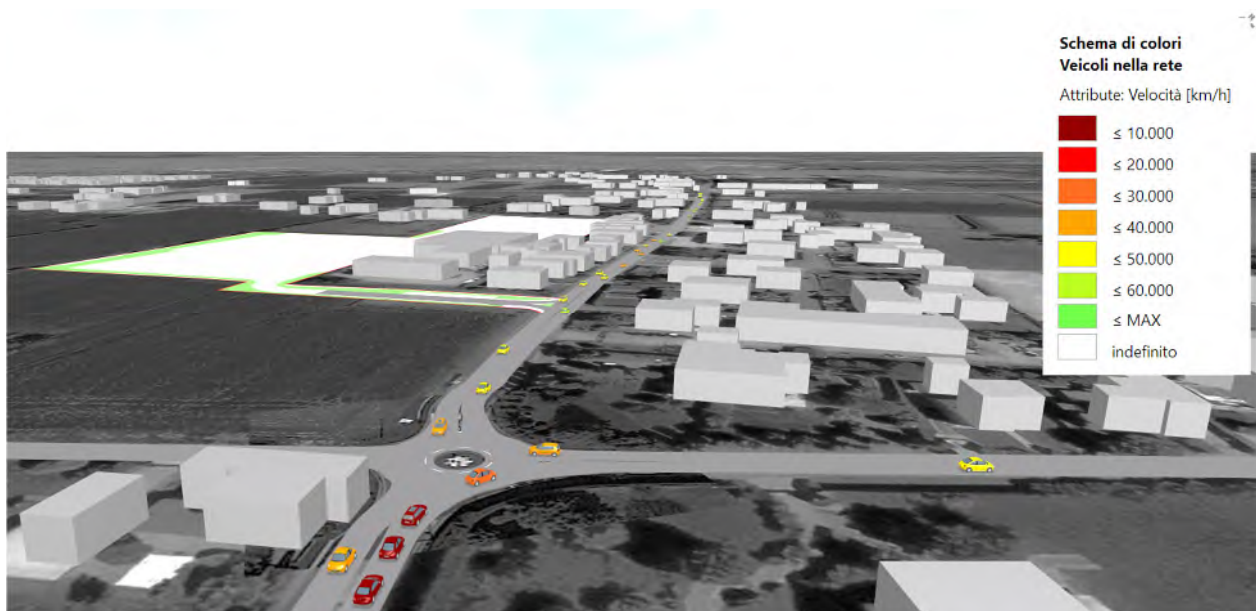


Figura 7.4 – Dettaglio rete microsimulata 3D, velocità di marcia – Scenario 1

7.2.2 Valutazioni di nodo

Per quanto riguarda la “valutazione di nodo” verranno di seguito analizzate le principali intersezioni limitrofe all’ambito di intervento:

1. *Intersezione a rotatoria tra Via dei Colli Euganei e Via Battisti;*
2. *Intersezione a rotatoria tra via Battisti, Via monte Santo e Via San Lorenzo.*

Nell’analisi che seguirà saranno pertanto posti a confronto gli indicatori prestazionali dei due scenari.

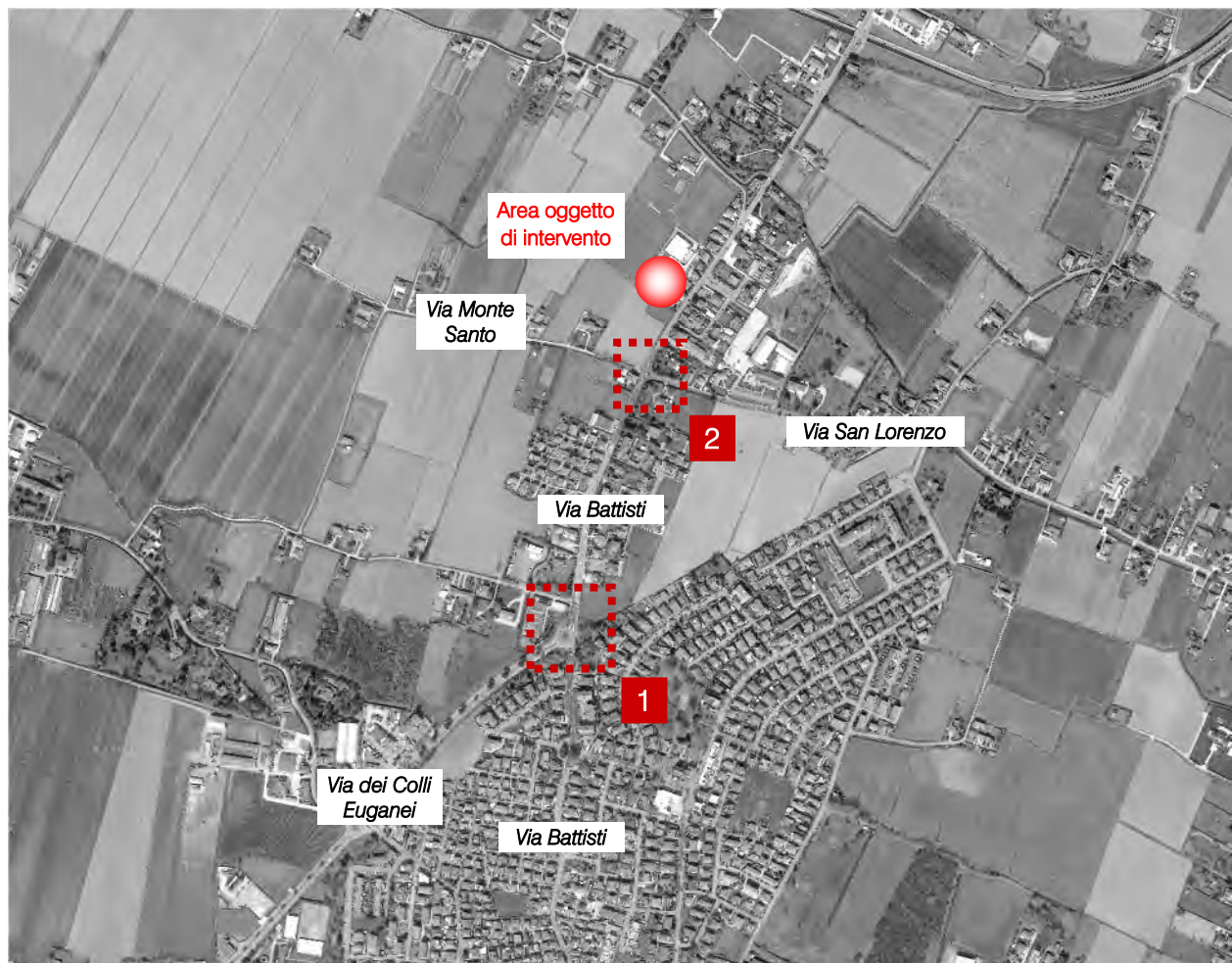


Figura 7.5 – Nodi simulati

Nodo 1: Intersezione a rotatoria tra Via dei Colli Euganei e Via Battisti

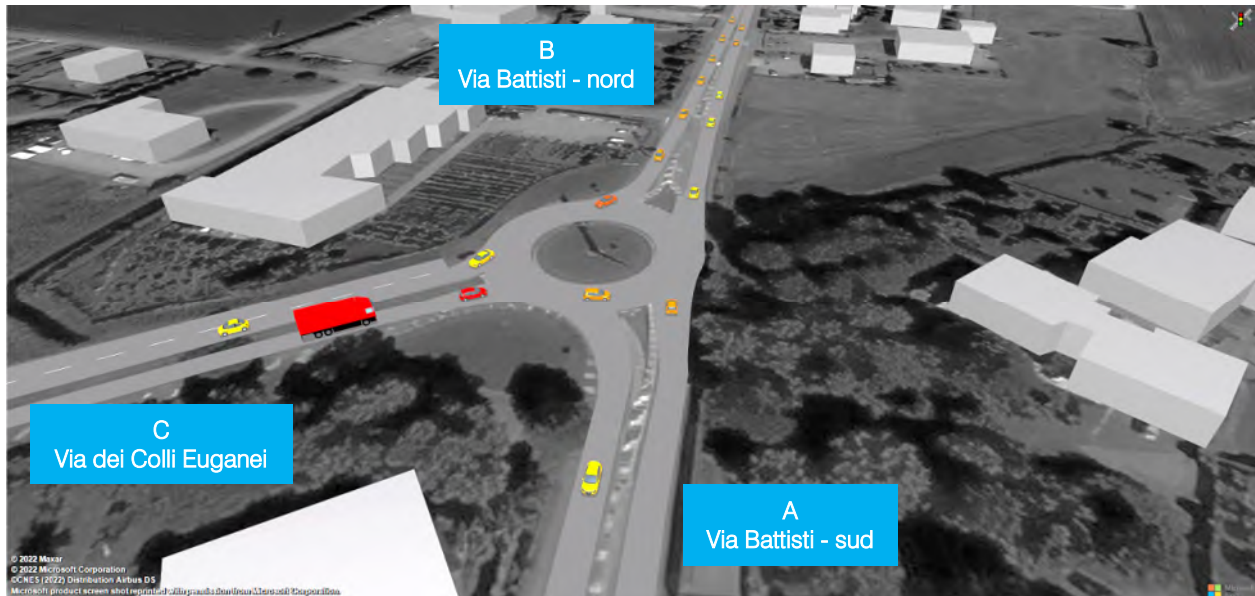


Figura 7.6 – Nodo 1 – Scenario 0 e 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	6,3	11,9	B
B	10,8	10,5	B
C	13,5	13,0	B
TOT	11,0	11,8	B

Tabella 7.3 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	8,0	14,4	B
B	11,8	11,4	B
C	14,7	13,7	B
TOT	12,2	13,0	B

Tabella 7.4 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 1

Il nodo presenta attualmente un livello di servizio globale pari a B. Le simulazioni dimostrano che il traffico indotto dall'ampliamento della struttura produttiva non influenza il livello di servizio della rotatoria che rimane pari a B, con lievi variazioni ai tempi di attesa e alle code.

Nodo 2: Intersezione a rotatoria tra via Battisti, Via monte Santo e Via San Lorenzo

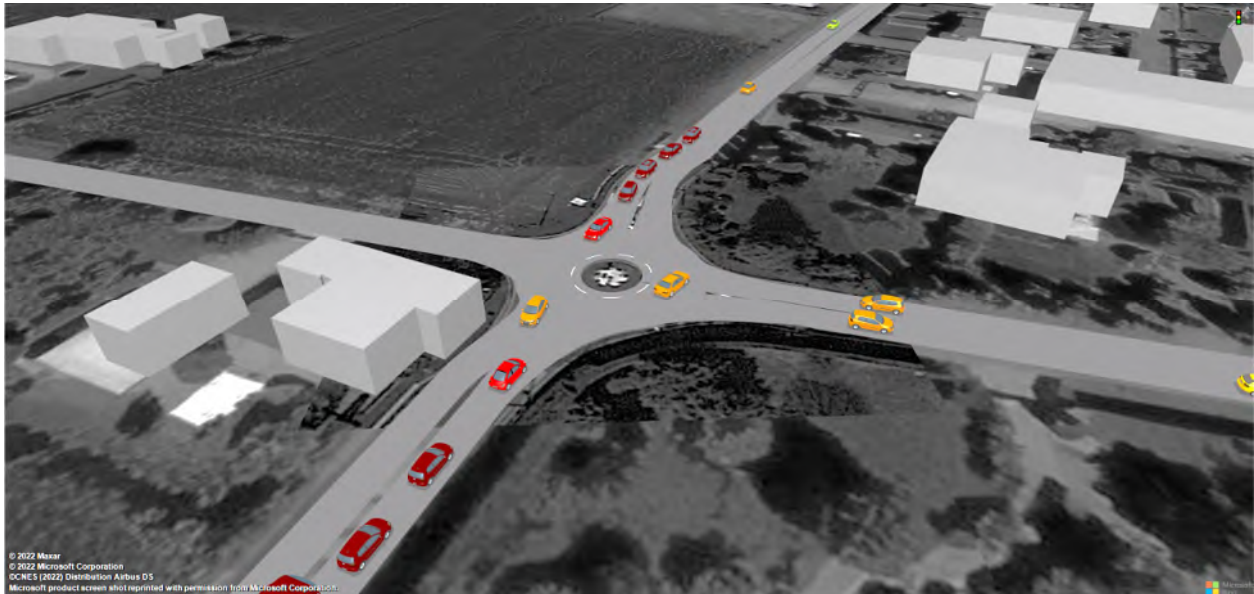


Figura 7.7 – Nodo 2 – Scenario 0 e 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	18,5	16,5	C
B	3,2	10,2	B
C	10,0	10,3	B
D	0,1	10,6	B
TOT	13,0	13,1	B

Tabella 7.5 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	21,5	18,1	C
B	3,8	11,2	B
C	11,0	11,3	B
D	0,1	12,4	B
TOT	14,9	14,5	B

Tabella 7.6 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 1

Anche questo nodo presenta attualmente un livello di servizio pari a B. La simulazione dello scenario di progetto restituisce valori prestazionali simili allo stato di fatto con variazioni di code e di ritardi piuttosto contenute. Il livello di servizio globale del nodo resta pari a B.

Accessi alla struttura

Per le intersezioni con gli accessi alla struttura si ritiene maggiormente utile riportare un estratto delle velocità per arco stradale registrate dal modello di simulazione, sia in corrispondenza del nuovo accesso per i mezzi pesanti, sia in quello esistente che continuerà ad essere dedicato a dipendenti e visitatori. È possibile notare che il traffico indotto dall'ampliamento della struttura produttiva introduce variazioni poco rilevanti sulle attuali condizioni della marcia veicolare lungo Via Battisti, la cui velocità media risulta già moderata all'ingresso del centro abitato di Abano dalla presenza di attraversamenti pedonali e marciapiedi su ambo i lati, a servizio degli edifici residenziali e commerciali di prossimità. Lo sviluppo dell'attività in oggetto può costituire ulteriore elemento di calmierazione del traffico, senza impatti negativi sulle prestazioni della rete stradale.



Figura 7.8 – Velocità media per arco stradale in corrispondenza degli accessi alla struttura – Scenario 0



Figura 7.9 – Velocità media per arco stradale in corrispondenza degli accessi alla struttura – Scenario 1

8 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto di ristrutturazione e ampliamento della sede della società Templari S.r.l ubicata nel territorio comunale di Abano Terme (PD) lungo Via Battisti, il presente documento ha analizzato la sostenibilità dell'intervento verificandone l'impatto sulla rete stradale di afferenza secondo quanto stabilito dalla normativa vigente in materia.

Il progetto prevede la separazione dell'accesso riservato ai dipendenti da quello dedicato ai mezzi pesanti, il quale è stato verificato sotto il profilo geometrico costruttivo e ritenuto funzionalmente idoneo e adeguato alla normativa in vigore.

Lo stato attuale della viabilità è stato descritto grazie ad un preciso ed accurato rilievo automatico dei flussi veicolari che caricano la rete effettuati nel mese di novembre 2022. Le valutazioni dei livelli di servizio sono state eseguite mediante un software microsimulativo, con riferimento sia allo scenario di progetto che a quello attuale, manifestando, nelle due analisi condotte, una sostanziale invarianza degli indicatori prestazionali globali delle intersezioni e degli assi stradali analizzati.

L'analisi, sviluppata sulla base di ipotesi trasportistiche opportunamente ponderate, dimostra che, a seguito dell'ampliamento della struttura produttiva, l'attuale rete infrastrutturale urbana sarà in grado di assorbire il traffico futuro previsto, garantendo una sostanziale invarianza degli indicatori prestazionali di rete e di nodo.



INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1.1 – Ambito di localizzazione</i>	2
<i>Figura 2.1 – Inquadramento territoriale comune di Abano Terme</i>	4
<i>Figura 2.2 – Comuni limitrofi ad Abano Terme</i>	5
<i>Figura 2.3 – Mappa Linee dei Colli di Padova</i>	6
<i>Figura 2.4 – Identificazione area oggetto di intervento e fermata bus</i>	6
<i>Figura 3.1 – Assi viari principali</i>	7
<i>Figura 3.2 – Via Battisti - ortofoto</i>	8
<i>Figura 3.3 – Via Battisti</i>	8
<i>Figura 3.4 – Via del Gallo - ortofoto</i>	9
<i>Figura 3.5 – Via del Gallo</i>	9
<i>Figura 3.6 – Via Monte Santo - ortofoto</i>	10
<i>Figura 3.7 – Via Monte Santo</i>	10
<i>Figura 3.8 – Via San Lorenzo - ortofoto</i>	11
<i>Figura 3.9 – Via San Lorenzo</i>	11
<i>Figura 3.10 – Via dei Colli Euganei - ortofoto</i>	12
<i>Figura 3.11 – Via dei Colli Euganei</i>	12
<i>Figura 3.12 – Intersezioni attigue all'area oggetto di intervento</i>	13
<i>Figura 3.13 – Intersezione 1 - ortofoto</i>	14
<i>Figura 3.14 – Intersezione 1</i>	14
<i>Figura 3.15 – Intersezione 2 - ortofoto</i>	15
<i>Figura 3.16 – Intersezione 3 - ortofoto</i>	16
<i>Figura 4.1 – Strumentazione radar utilizzata</i>	18
<i>Figura 4.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia</i>	18
<i>Figura 4.3 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar</i>	19
<i>Figura 4.4 – Radar 1</i>	20
<i>Figura 4.5 – Radar 2</i>	20

Figura 4.6 – Radar 3	20
Figura 4.7 – Radar 4	20
Figura 4.8 – Radar 5	20
Figura 4.9 – Radar 6	20
Figura 4.10 – Andamento volumi di traffico per sezione – giovedì 10.11.2022	21
Figura 4.11 – Andamento volumi di traffico per sezione – venerdì 11.11.2022	21
Figura 4.12 – Flussi di traffico giornalieri	22
Figura 4.13 – Identificazione ora di punta	22
Figura 4.14 – Intersezioni rilevate	23
Figura 5.1 – Scheda ID con superficie coperta ampliabile da PRG	24
Figura 5.2 – Identificazione area di intervento	25
Figura 5.3 – Intervento di progetto – Render 1	26
Figura 5.4 – Intervento di progetto – Render 2	26
Figura 5.5 – Accessibilità area di intervento	27
Figura 5.6 – Mezzo pesante da 33 pallet	28
Figura 5.7 – Manovra ingresso	28
Figura 5.8 – Manovra uscita	29
Figura 5.9 – Manovra di inversione rotatoria tra Via Battisti e Via dei Colli Euganei	29
Figura 5.10 – Distribuzione indotti intervento	31
Figura 6.1 – Gerarchia delle correnti di traffico	35
Figura 6.2 – Definizione tipologie di ritardo per una rotatoria	38
Figura 7.1 – Rete microsimulata 2D – Scenario 0	41
Figura 7.2 – Rete microsimulata 2D – Scenario 1	42
Figura 7.3 – Dettagli della rete microsimulata 3D – Scenario 1	43
Figura 7.4 – Dettaglio rete microsimulata 3D, velocità di marcia – Scenario 1	45
Figura 7.5 – Nodi simulati	46
Figura 7.6 – Nodo 1 – Scenario 0 e 1	47
Figura 7.7 – Nodo 2 – Scenario 0 e 1	48

Figura 7.8 – Velocità media per arco stradale in corrispondenza degli accessi alla struttura – Scenario 0..... 49

Figura 7.9 – Velocità media per arco stradale in corrispondenza degli accessi alla struttura – Scenario 1..... 49

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1 – Suddivisione classi veicolari	18
Tabella 4.2 – Specifica radar	19
Tabella 4.3 – Veicoli equivalenti giornalieri 00.00 – 24.00.....	21
Tabella 5.1 – Mezzi pesanti e veicoli leggeri indotti dalla ristrutturazione e ampliamento.....	31
Tabella 6.1 – Portate di conflitto	35
Tabella 6.2 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra	36
Tabella 6.3 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate.....	37
Tabella 7.1 – Valutazione di rete – Scenario 0	45
Tabella 7.2 – Valutazione di rete – Scenario 1	45
Tabella 7.3 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 0.....	47
Tabella 7.4 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 1	47
Tabella 7.5 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 0.....	48
Tabella 7.6 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 1	48