

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' VIABILISTICA

Studio previsionale dei flussi di traffico a seguito della istanza realizzazione
nuova stazione di rifornimento carburanti e centro autolavaggio

COMUNE di CAMBIAGO (MI)

Consulente Tecnico:

Marco Maggia Architetto
Master in Trasporti e Mobilità Sostenibile

via P. Micca, 12 13000 Biella
c.f. MAGGAMC71D10A889D
e-mail: info@studiomaggia.it

Telefono 01523968
p.I.V.A. 01899800025
Ordine Architetti Provincia di Biella n°181



INDICE GENERALE

1 - PREMESSA.....	3
2 - DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE PROGETTUALI.....	5
3 - CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA' PEDONALE, AUTOMOBILISTICA, CICLABILE E CON I MEZZI DEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE.....	11
4 - VIABILITA' INTERNA E SISTEMA DEI PARCHEGGI.....	13
5 - DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE.....	15
6 - RELAZIONI CON IL SISTEMA LOGISTICO - VERIFICHE FUNZIONALI.....	24
7 - EMISSIONI ACUSTICHE, GASSOSE E POLVERI GENERATE DAL TRAFFICO INDOTTO.....	39
8 - EMISSIONI LUMINOSE.....	40
9 - CONCLUSIONI.....	41

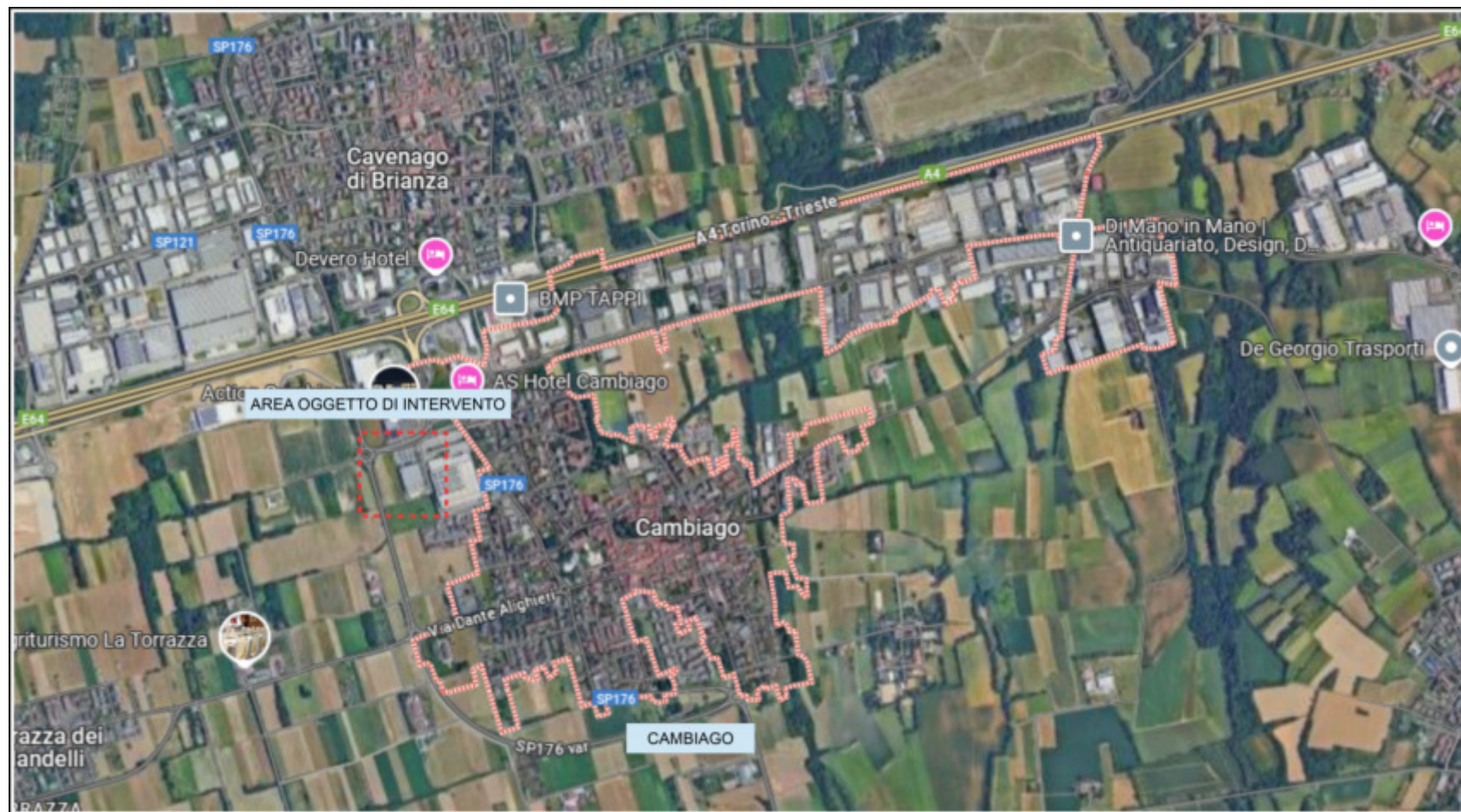
1 - PREMESSA

Il presente documento ha la finalità di valutare la compatibilità viabilistica della nuova struttura per rifornimento carburanti e autolavaggio da realizzarsi nel comune di Cambiagio (MI), in prossimità di un lotto di terreno ricompreso tra la SP 176 VAR e Via Santa Maria del Campo nel settore Ovest del territorio comunale.

In questa sede si terrà conto delle caratteristiche progettuali dell'intervento proposto, ovvero della stazione di rifornimento-autolavaggio, per verificarne la compatibilità con le condizioni e la tipologia della rete locale al fine di individuare eventuali opere o azioni di mitigazione. Verrà descritto il progetto nel suo contesto e verranno effettuate verifiche puntuali con l'obiettivo di evidenziare eventuali criticità sulla rete stradale legate alla realizzazione prevista.



Illustr. 1: Inquadramento del comune di Cambiagio.



Illustr. 2: Inquadramento del comune di Cambiago – area di intervento.

2 - DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Il lotto è collocato in prossimità del tracciato della SP 176, in prossimità dell'estremo Ovest del comune di Cambiago (MI). Nell'area oggetto d'intervento sono presenti lotti di terreno liberi che confinano con ambiti a destinazione agricola e con lotti destinati ad attività artigianali e commerciali. Nella proposta progettuale si ipotizza la realizzazione di uno spazio da destinare a autolavaggio-stazione di rifornimento. Nelle immagini sottostanti si riportano la vista aerea rappresentante lo stato di fatto, nonché le planimetrie con la previsione progettuale da insediare sul lotto che si presenta ad oggi a destinazione agricola.



Illustr. 3: Vista aerea dello stato di fatto.



Illustr. 4: Vista 1 dell'area oggetto di intervento dalla SP 176 var.



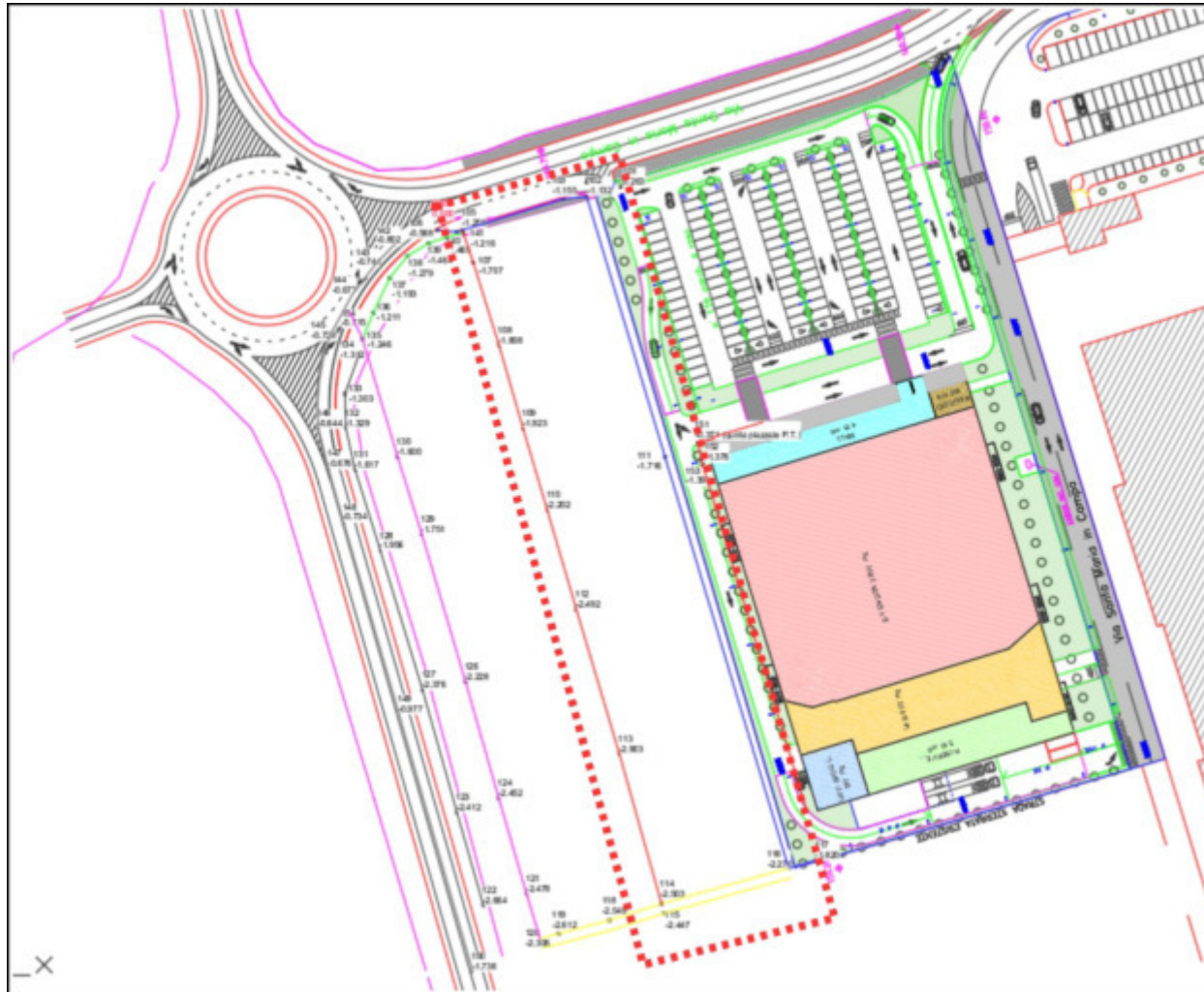
Illustr. 5: Vista 2 dell'area oggetto di intervento dalla SP 176 var.



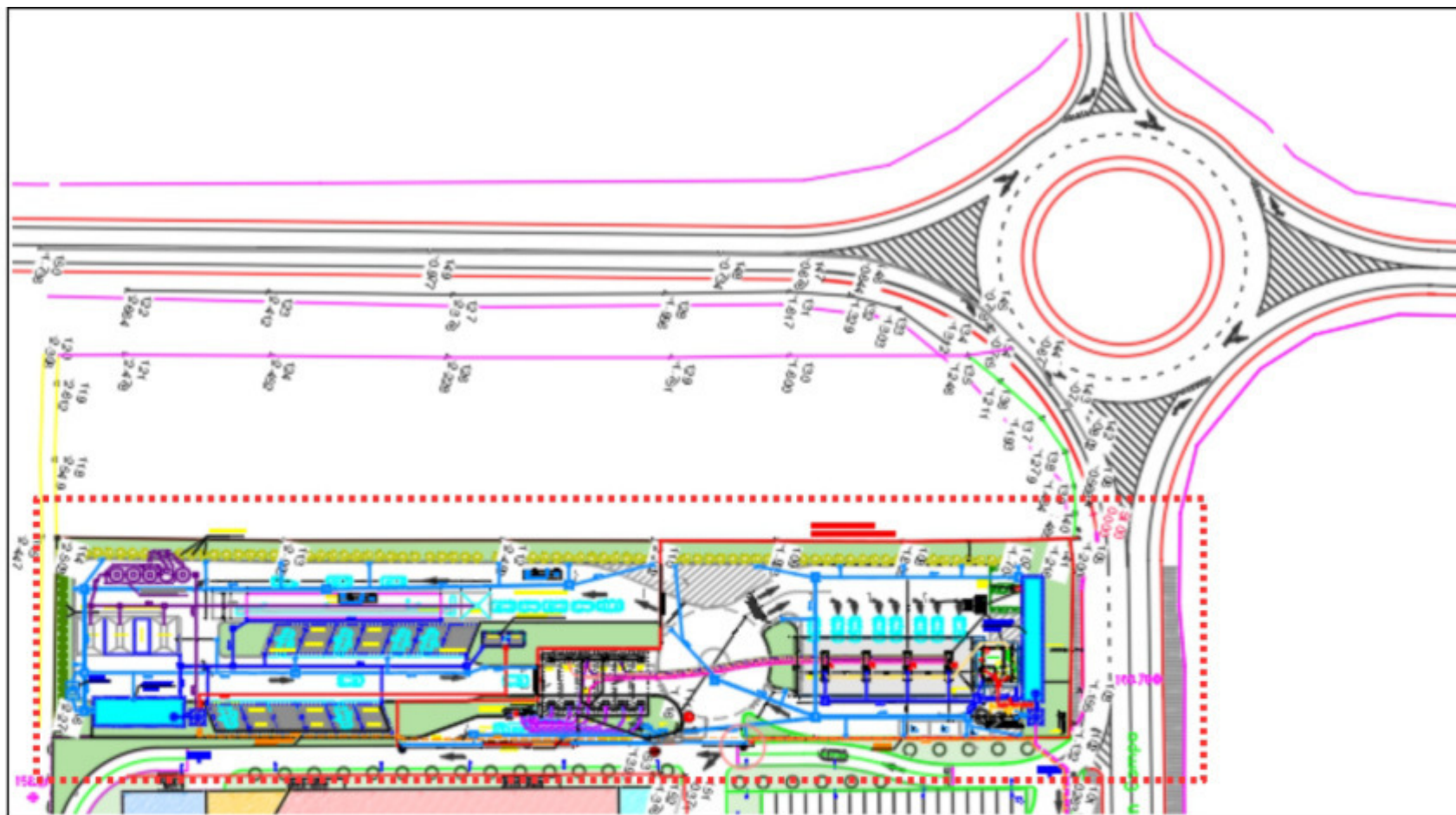
Illustr. 6: Vista 3 dell'area oggetto di intervento dalla SP 176.



Illustr. 7: Vista 4 dell'area oggetto di intervento dalla SP 176.

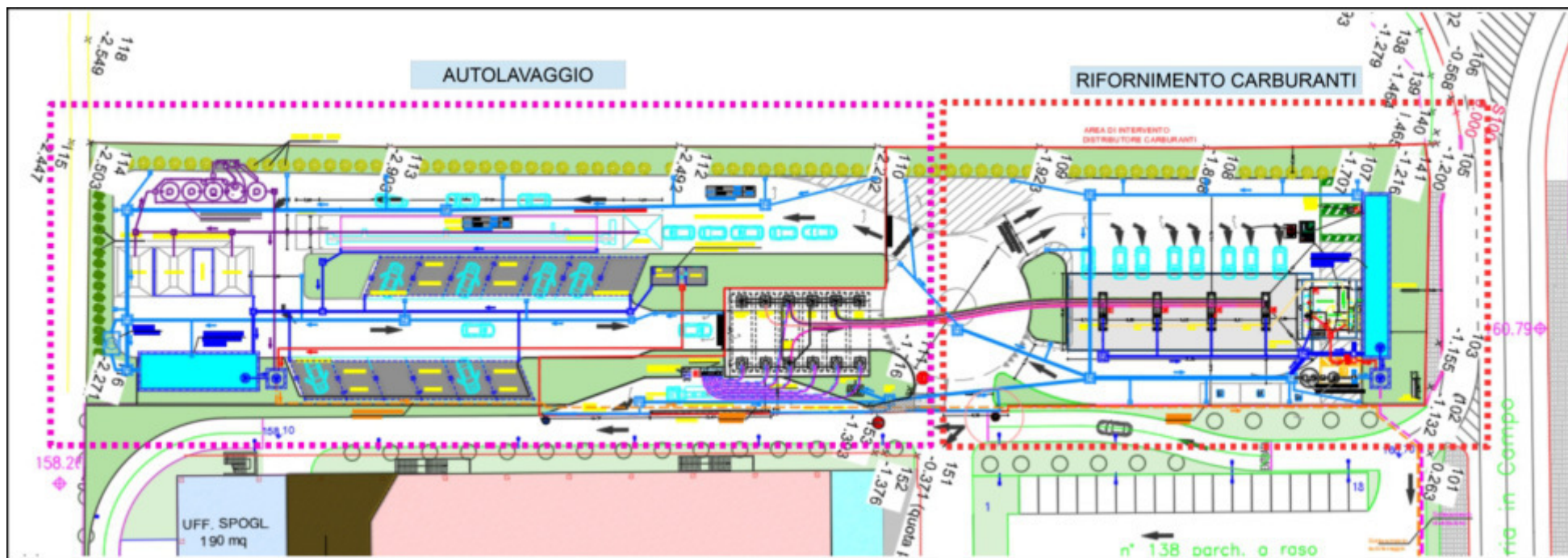


Illustr. 8: Estratto Planimetria generale dello stato di fatto.



Illustr. 9: Planimetria di progetto.

Come visualizzabile nelle immagini soprastanti il progetto essere costituito dalla realizzazione di una stazione di rifornimento carburanti provvista di 8 stalli, nonché di una postazione di autolavaggio provvista di 13 stalli.

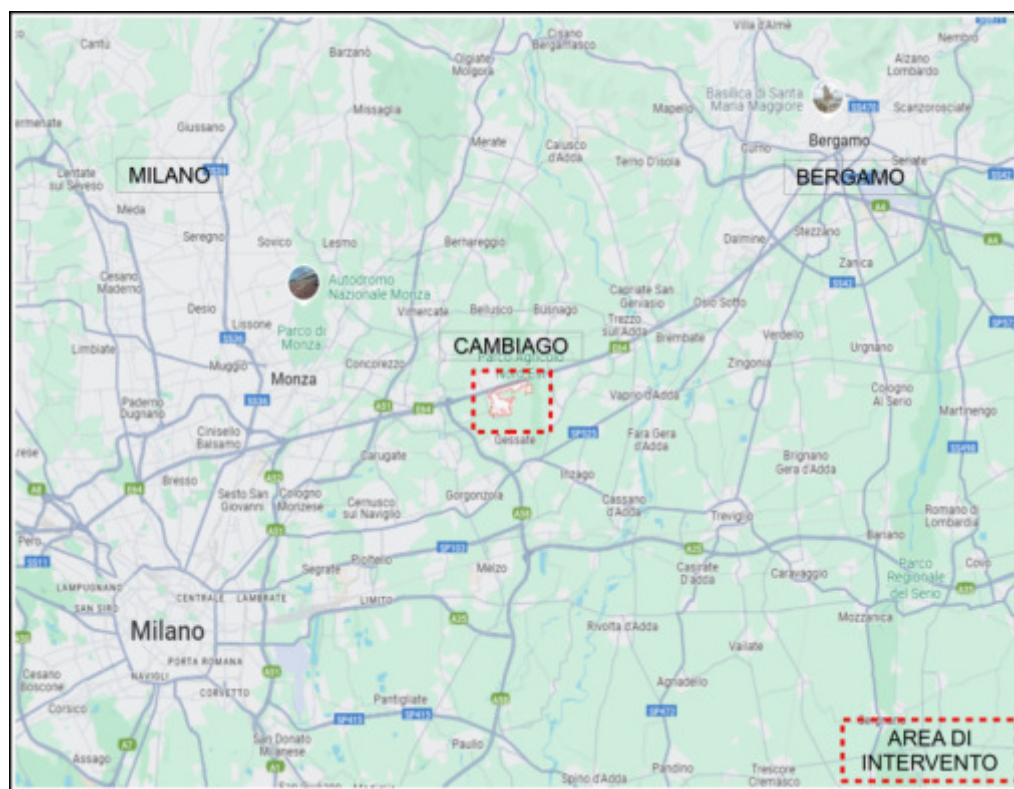


Illustr. 10: Estratto planimetria progettuale della stazione rifornimento-autolavaggio.

Si ricorda che le attività che verranno insediate presso tale lotto sono strettamente legate all'attività commerciale limitrofa e che di conseguenza gli utenti della struttura commerciale saranno i medesimi della struttura di rifornimento di nuova realizzazione.

3 - CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA' PEDONALE, AUTOMOBILISTICA, CICLABILE E CON I MEZZI DEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

L'area di intervento si trova nel settore centro del territorio comunale di Cambiago in Provincia della città Metropolitana di Milano, a circa 20 km a Est rispetto al capoluogo provinciale.

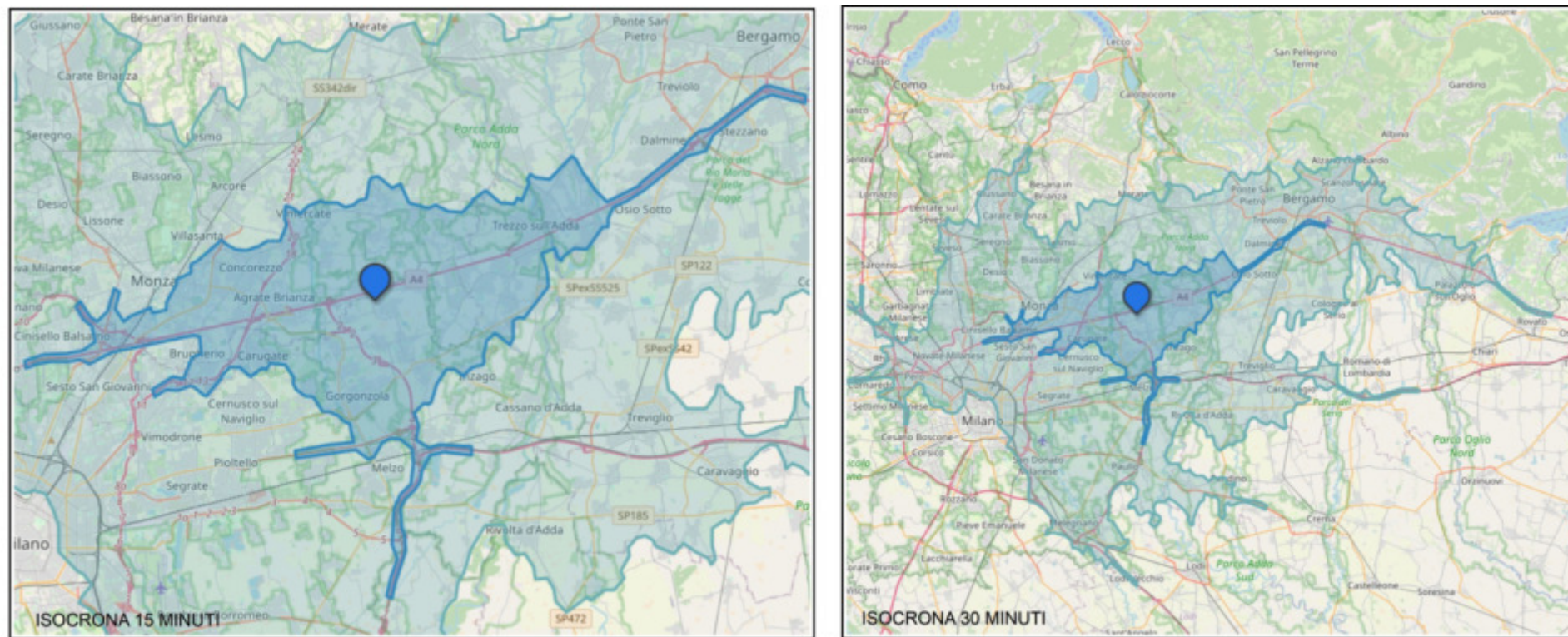


Illustr. 11: Inquadramento del territorio di Cambiago (fonte: Google Maps)



Illustr. 12: Inquadramento dell'area di intervento (fonte: Google Maps).

Cambiago è un comune di circa 7.275 abitanti sito in provincia della città metropolitana di Milano posto lungo il tracciato della Sp 176, asse di comunicazione interprovinciale che attraversa il centro urbano secondo una direttrice Nord-Sud.



Illustr. 13: Isocrone 15 – 30 minuti dall'area di intervento (fonte: ORS).

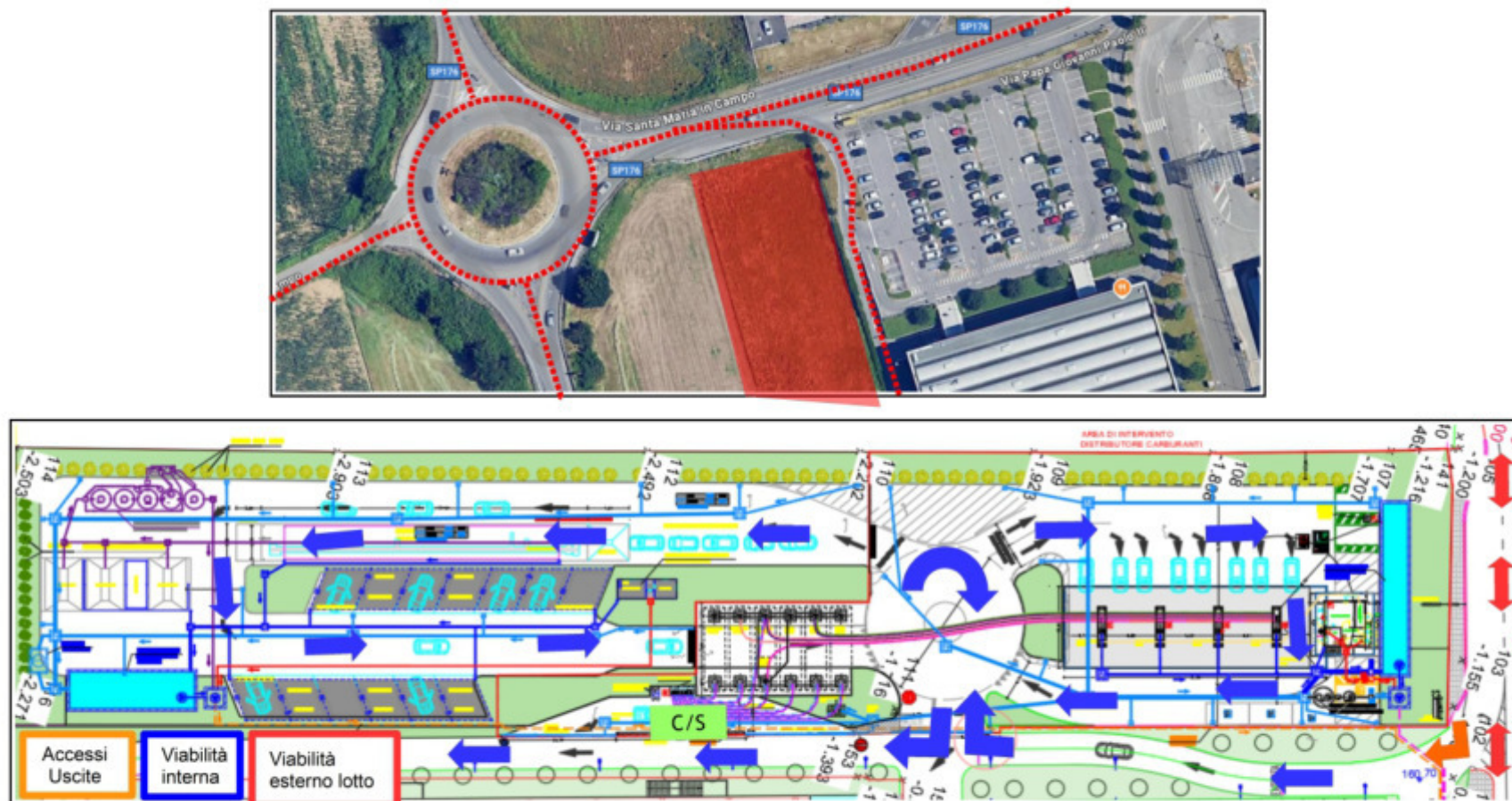
Nell'isocrona stradale dei 15 minuti i principali centri abitati coinvolti sono piccoli centri comunali secondari che confinano con Cambiago. Milano e Bergamo si trovano oltre la fascia oraria dei 30 minuti di distanza veicolare dal sito.

4 - VIABILITA' INTERNA E SISTEMA DEI PARCHEGGI

L'area oggetto di intervento ha accesso e uscita tramite un'intersezione a rotatoria che permette di raggiungere l'area di intervento attraverso la SP 176 o in alternativa attraverso Via Santa Maria in Campo se provenienti da Est o da Ovest. I veicoli dopo essersi immessi su tale intersezione si immetteranno nella struttura attraverso una apposita corsia di decelerazione e di accumulo già esistente.



Illustr. 14: Inquadramento dell'area oggetto di intervento.



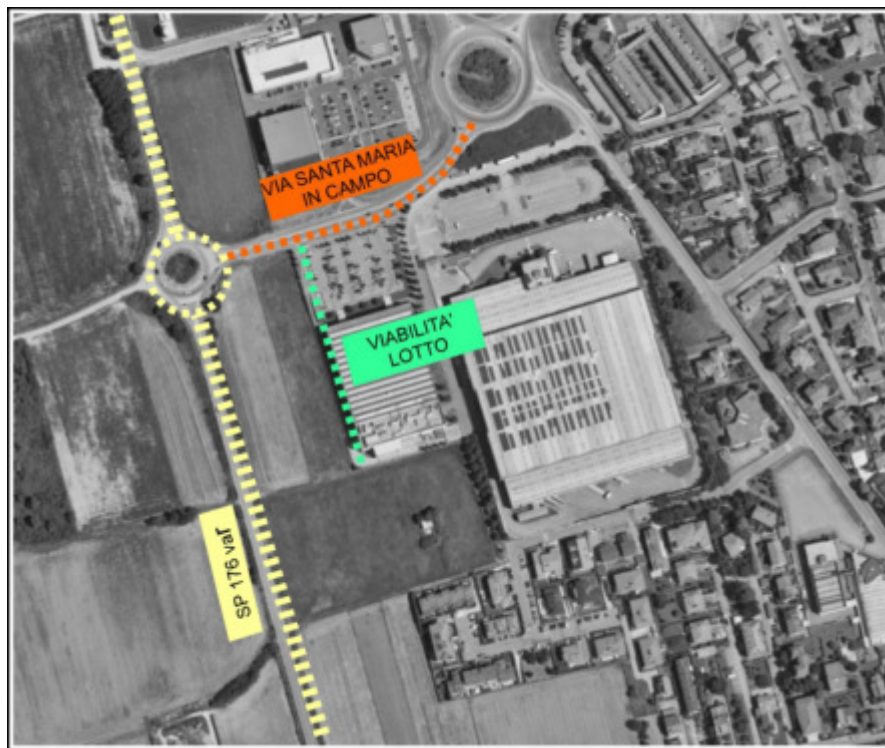
Illustr. 15: Schema di accessibilità

L'innesto già esistente sulla Sp 176 consente l'ingresso e l'uscita alle strutture in progetto in precedenza analizzate.

5 - DESCRIZIONE DELLA RETE STRADALE

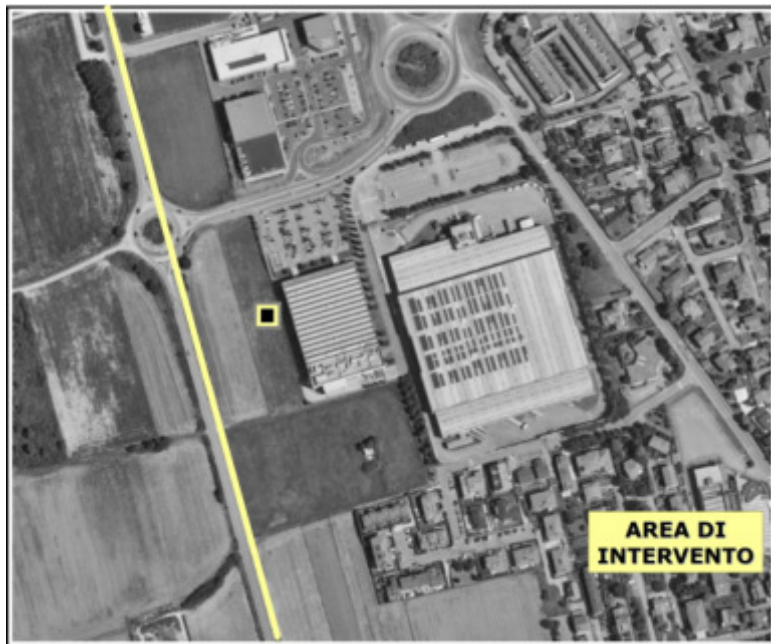
Rete stradale

L'assetto infrastrutturale della zona è caratterizzato dall'asse Nord- Sud SP 176 VAR che costituisce il principale asse di connessione stradale extra-comunale. Di seguito si procederà all'analisi del sistema viario attiguo all'area di intervento, costituito dall'asse stradale citato in precedenza e da Via Santa Maria in Campo e la viabilità di lotto.



Illustr. 16: Principali assi stradali interessati.

SP 176 VAR



Illustr. 17: Inquadramento della SP 176 VAR(fonte: Google Maps).

Funzione nel territorio

La SP 176 VAR è una strada di livello provinciale che attraversa il territorio comunale di Cambiago.

Classificazione Art. 2 Nuovo Codice della Strada

In relazione alla conformazione strutturale e geometrica, di cui all'art. 2 del Codice della Strada, la direttrice rientra tra "strade extraurbane secondarie" appartenenti al gruppo C.

Caratteristiche della carreggiata

E' composta una carreggiata sola, dotata di una corsia per senso di marcia, ognuna di larghezza massima pari a 4 mt. Il livello di manutenzione è buono. Non presenta la presenza di marciapiedi o più in generale di sistemi di protezione per la mobilità dolce nel punto specifico oggetto di analisi.

Attraversamento del centro abitato

La strada, nel tratto studiato, è in un settore che confina con il centro abitato.

Relazione con l'area oggetto di intervento

Il lotto sul quale verrà realizzato il comparto confina indirettamente con l'asse stradale studiato.

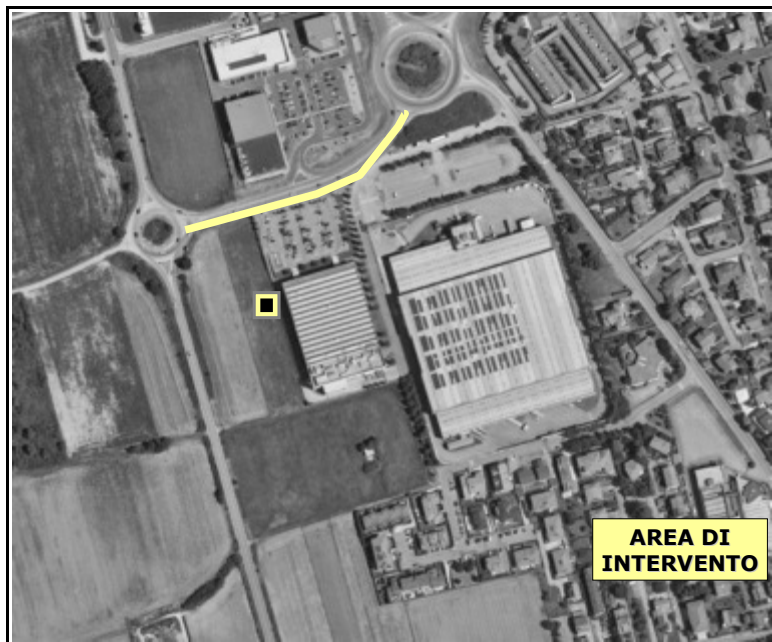


Illustr. 18: Foto SP 176 VAR (fonte: Google Maps).



Illustr. 19: Foto SP 176 VAR (fonte: Google Maps).

VIA SANTA MARIA IN CAMPO



Illustr. 20: Inquadramento di Via Santa Maria in Campo (fonte: Google Maps).

Funzione nel territorio

La via Santa Maria in Campo è una strada di livello locale che attraversa il territorio comunale di Cambiabo e che consente l'accesso al lotto oggetto di intervento.

Classificazione Art. 2 Nuovo Codice della Strada

In relazione alla conformazione strutturale e geometrica, di cui all'art. 2 del Codice della Strada, la direttrice rientra tra "strade locali" appartenenti al gruppo F.

Caratteristiche della carreggiata

E' composta una carreggiata sola, dotata di una corsia per senso di marcia, ognuna di larghezza massima pari a 5 mt. Il livello di manutenzione è buono. Presenta la presenza di marciapiedi o più in generale di sistemi di protezione per la mobilità dolce sul lato di strada che confina con il lotto di intervento.

Attraversamento del centro abitato

La strada, nel tratto studiato, è in un settore marginale del centro abitato.

Relazione con l'area oggetto di intervento

Il lotto sul quale verrà realizzato il comparto sarà raggiungibile indirettamente dalla Via Santa Maria in Campo.



Illustr. 21: Foto Santa Maria in Campo (fonte: Google Maps).



Illustr. 22: Foto Santa Maria in Campo (fonte: Google Maps).

VIABILITA' INTERNA AL LOTTO



Illustr. 23: Inquadramento di Via Interna al lotto di intervento(fonte: Google Maps).

Funzione nel territorio

La via interna al lotto è una strada di livello locale presente nel territorio comunale di Cambiagio.

Classificazione Art. 2 Nuovo Codice della Strada

In relazione alla conformazione strutturale e geometrica, di cui all'art. 2 del Codice della Strada, la direttrice rientra tra "strade locali" appartenenti al gruppo F.

Caratteristiche della carreggiata

E' composta una carreggiata sola, dotata di una corsia a senso unico, ognuna di larghezza massima pari a 3,5 mt. Il livello di manutenzione è buono.

Attraversamento del centro abitato

La strada, nel tratto studiato, è in un settore marginale del centro abitato ed è funzionale al lotto di intervento.

Relazione con l'area oggetto di intervento

Il lotto sul quale verrà realizzato il comparto si affaccerà direttamente su Viabilità interna al lotto.



Illustr. 24: Foto Viabilità interna al lotto (fonte: Google Maps).



Illustr. 25: Foto Viabilità interna al lotto (fonte: Google Maps).

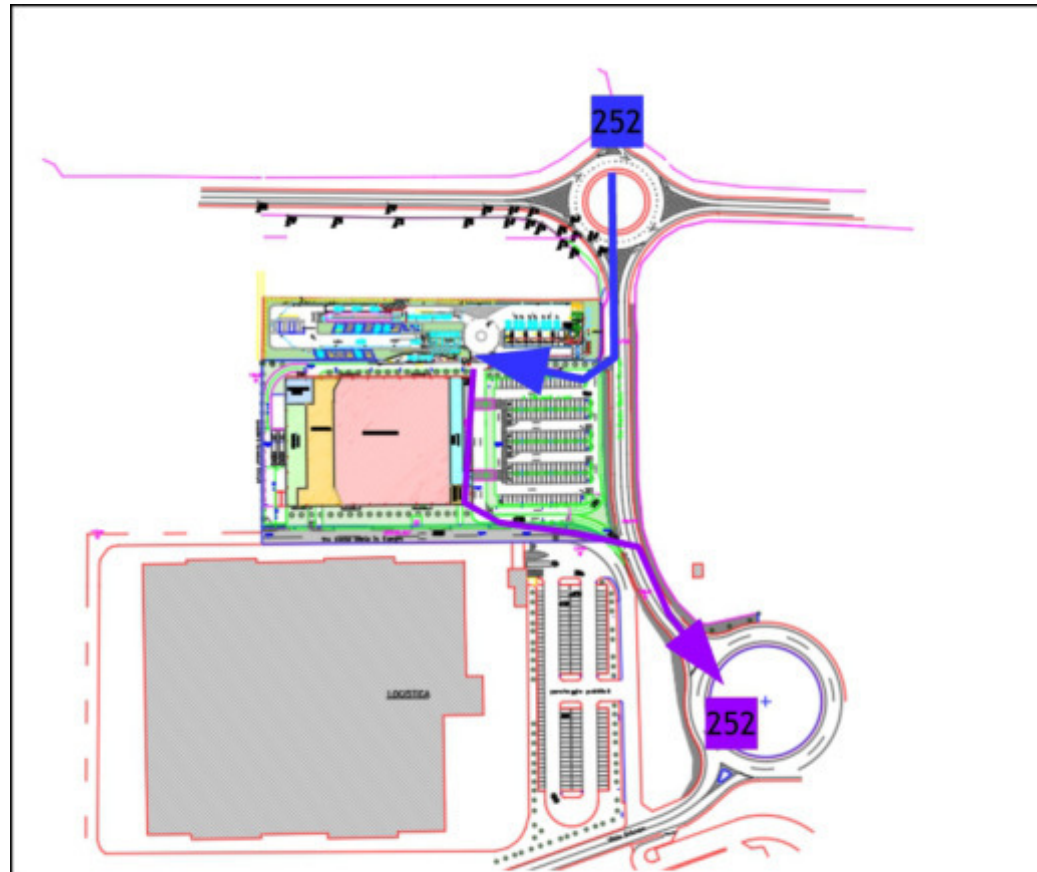
Indagini di traffico – calcolo del traffico indotto

Analizzando le condizioni di traffico tipico (*fonte: google maps*) che caratterizzano la rete locale, è risultato evidente che allo stato attuale tutti gli assi stradali lavorano senza dimostrare la formazione di accodamenti e quindi senza che si verifichino sensibili decadimenti nei livelli operativi di servizio.



Illustr. 26 - Traffico tipico ore 17-18 e 18-19.

Il traffico indotto considerato, valutando per eccesso e a fini cautelativi il passaggio di un nuovo utente ogni 5 minuti sarà pari a 252 v/h in ingresso e 252 v/h in uscita, in totale. I flussi in ingresso e in uscita saranno ripartiti secondo le direttrici visibili nello schema sottostante che di fatto costituisce le uniche possibilità di ingresso e di uscita



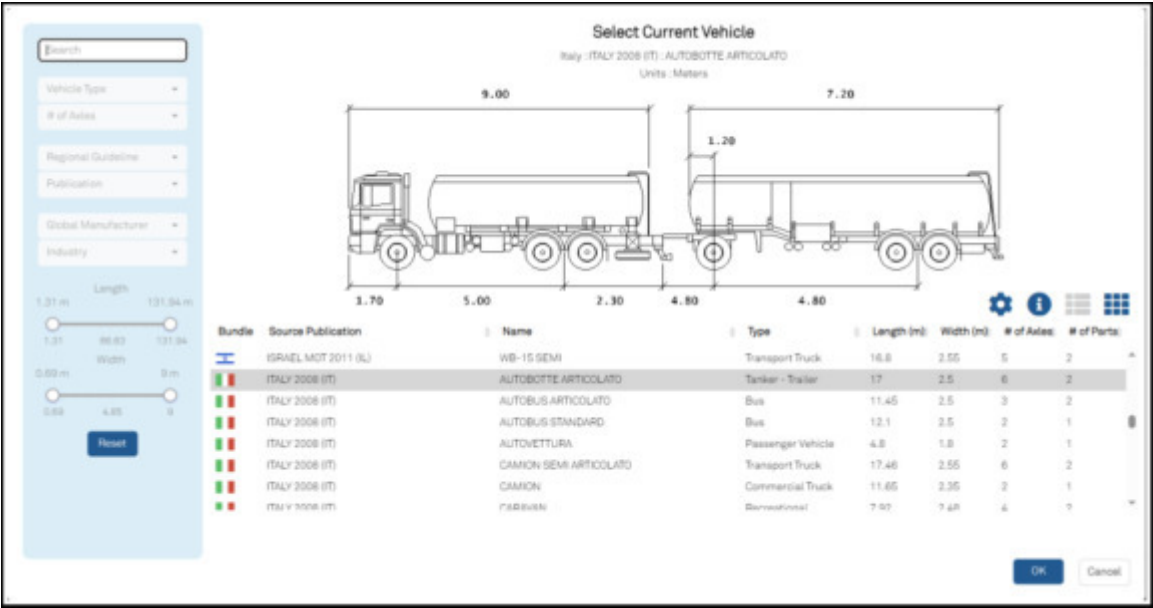
Illustr. 27 - Schema di ripartizione dei flussi di traffico.

6 - RELAZIONI CON IL SISTEMA LOGISTICO - VERIFICHE FUNZIONALI

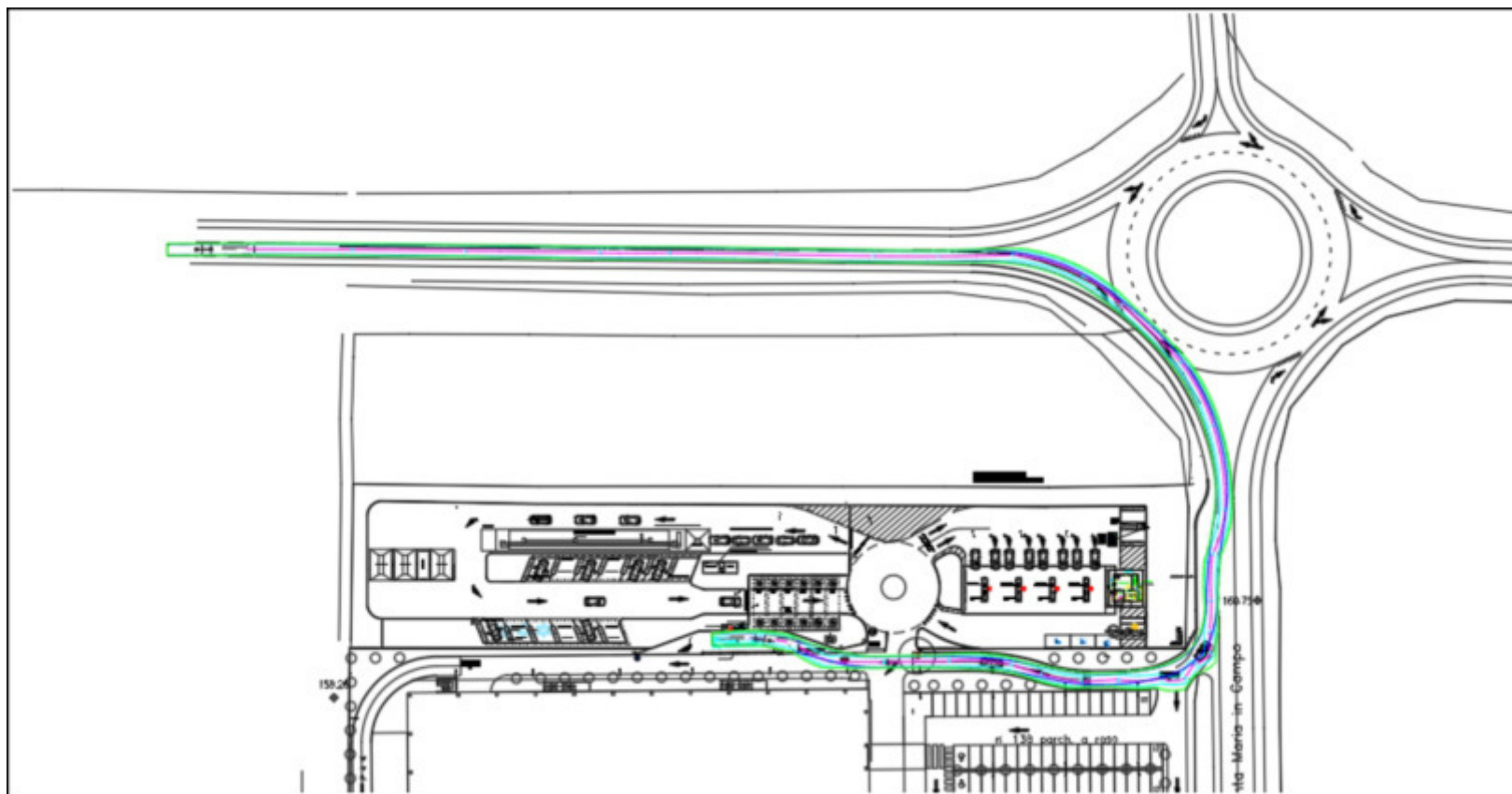
Studio dell’efficienza degli accessi, delle cinematiche delle svolte e della logistica interna:

Le dinamiche dei mezzi in transito sono state verificate con l'ausilio del Sw di transoftsolutions AutoTURN®. Le previsioni progettuali delle modifiche da realizzarsi sulle aree esterne verranno sottoposte a verifica in relazione alle dinamiche di svolta dei mezzi per assicurarne l'accessibilità. Attraverso l'utilizzo di questo software è stata verificata la dinamica di un veicolo pesante di rifornimento carburanti e dei veicoli degli utenti della stazione di rifornimento carburanti, nonché dell'autolavaggio.

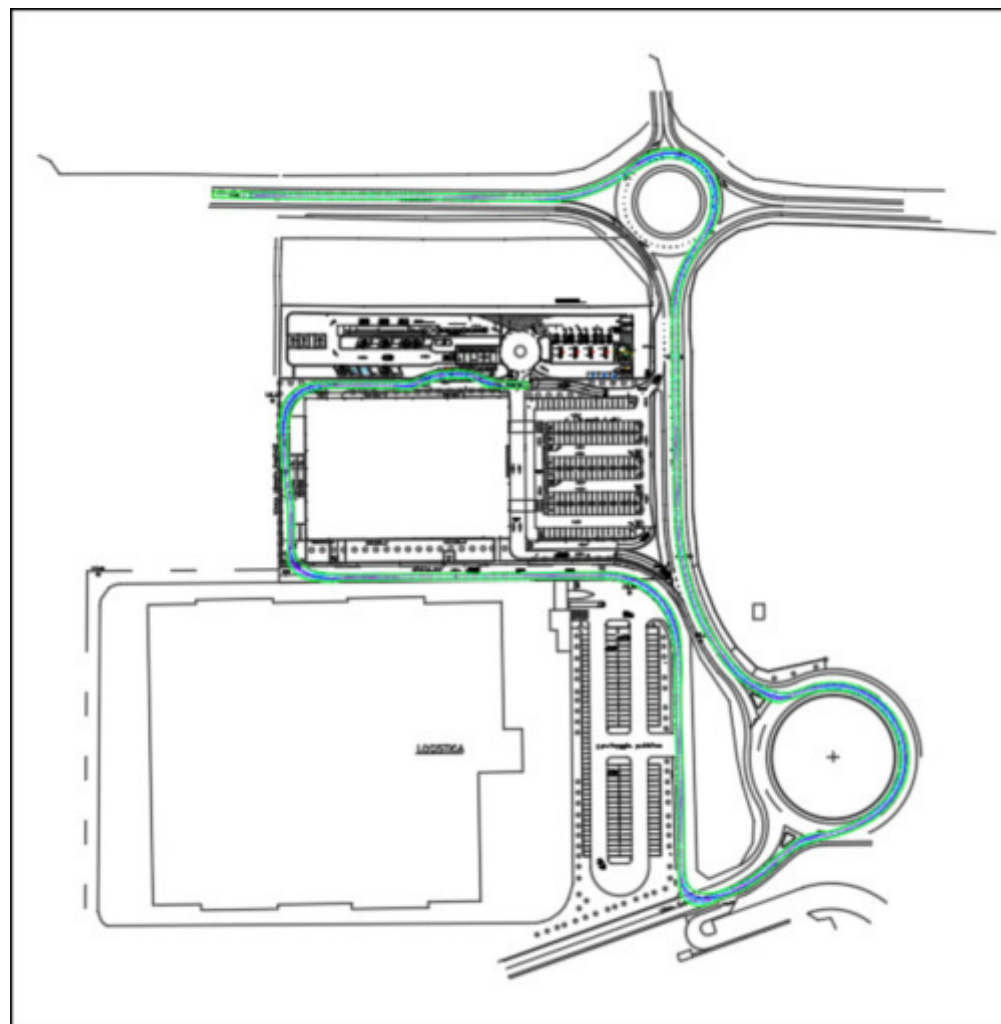
MEZZO PESANTE PER L'APPROVVIGIONAMENTO CARBURANTI



Illustr. 28 - Dimensioni mezzo di rifornimento impiegato per le simulazioni.

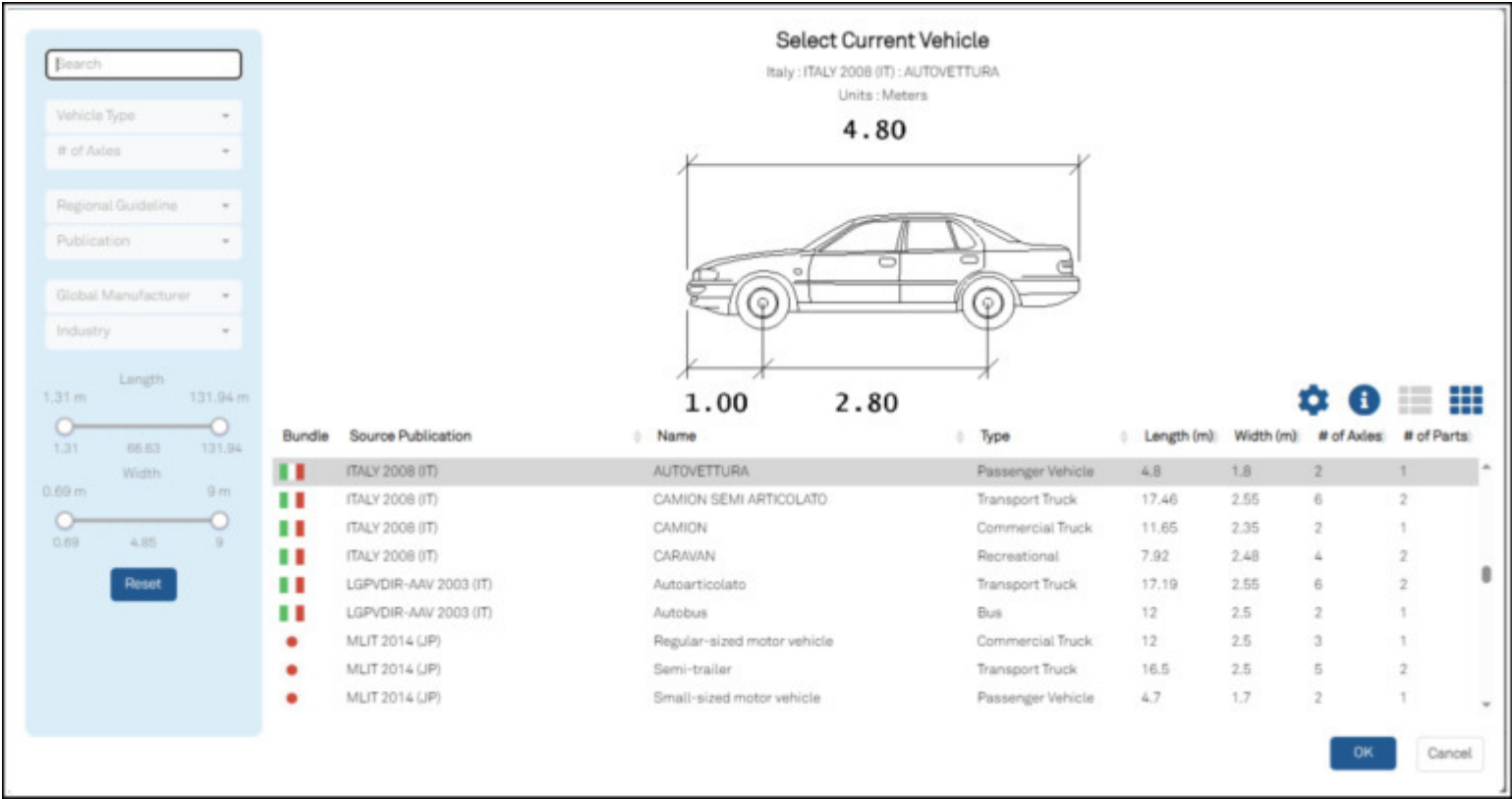


Illustr. 29 - Manovra in ingresso mezzo di rifornimento carburanti da Ovest.

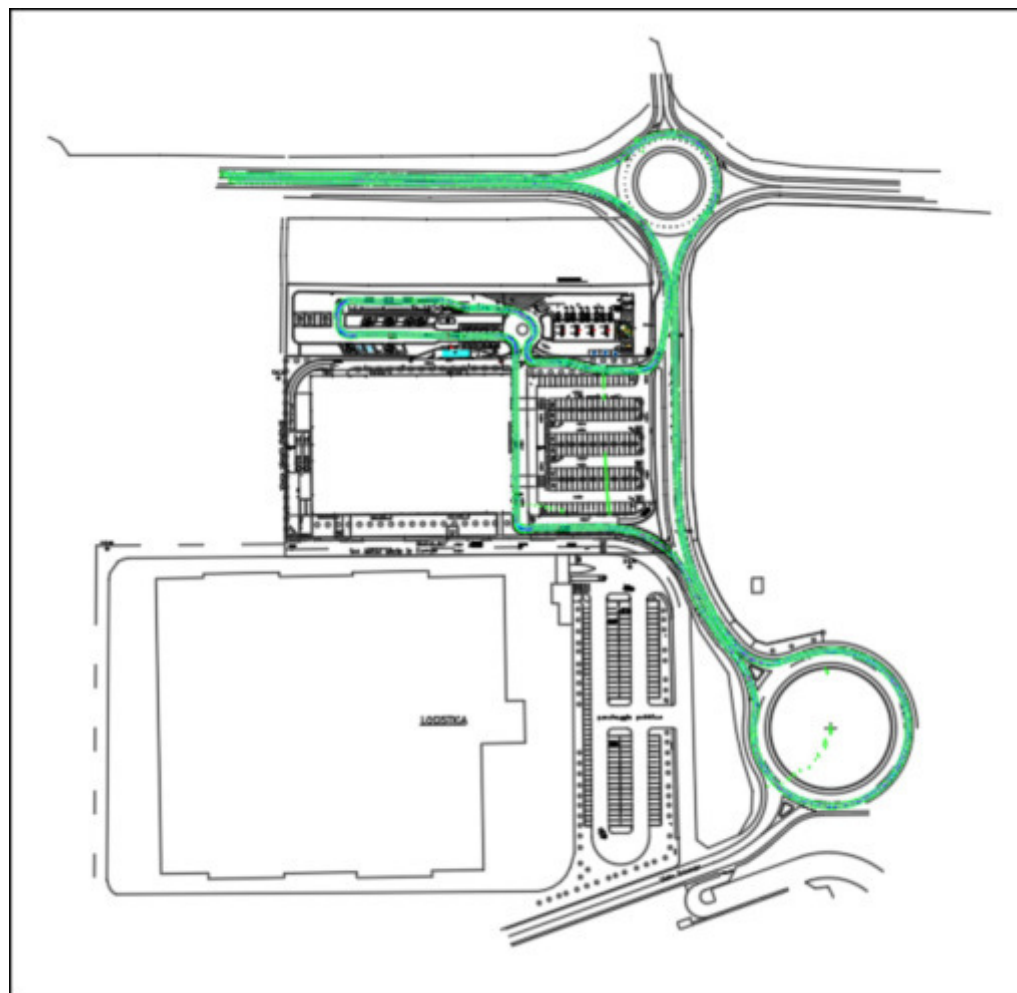


Illustr. 30 - Manovra in uscita mezzo di rifornimento carburanti verso Ovest.

AUTOVEICOLO UTENTI POMPA RIFORNIMENTO CARBURANTI E AUTOLAVAGGIO

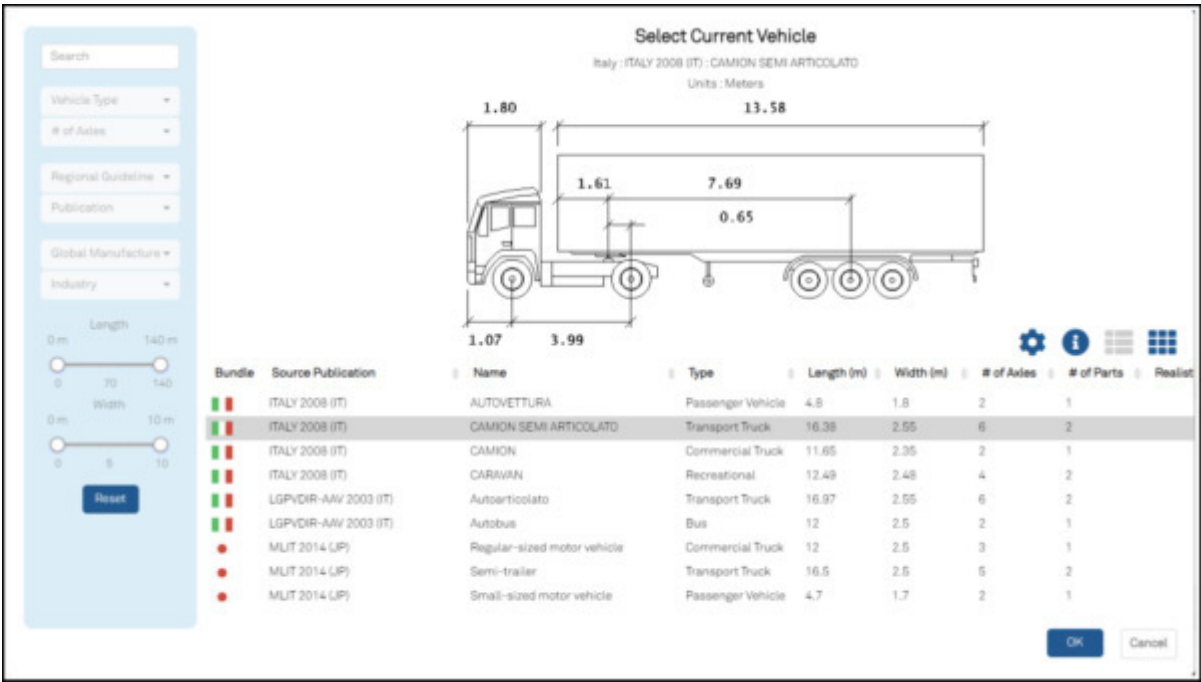


Illustr. 31 - Dimensioni autovettura impiegata per le simulazioni.



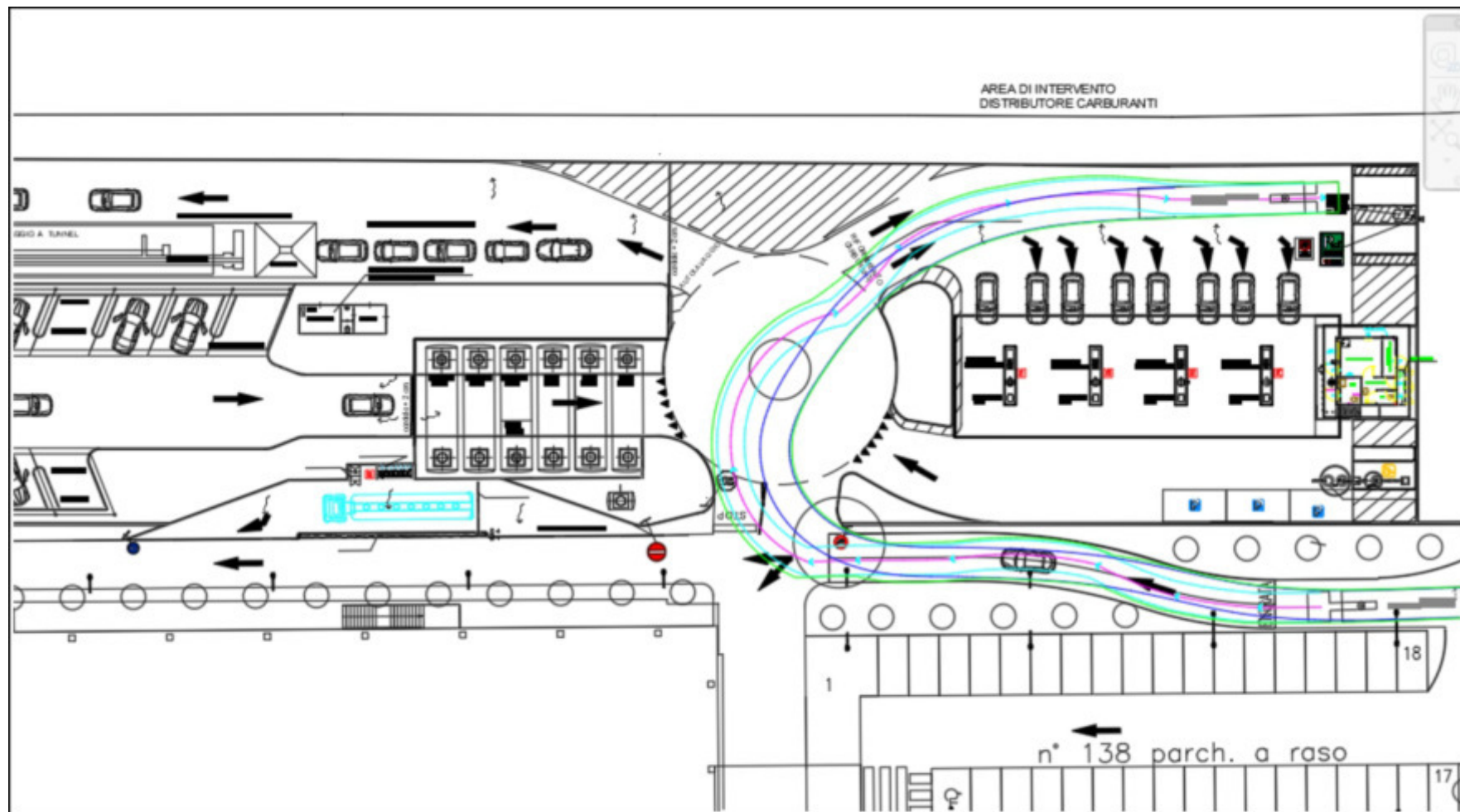
Illustr. 32 - Ingresso e uscita mezzo impiegato per le simulazioni.

ACCESSO ALL'AREA DI SERVIZIO MEDIANTE AUTOTRENO

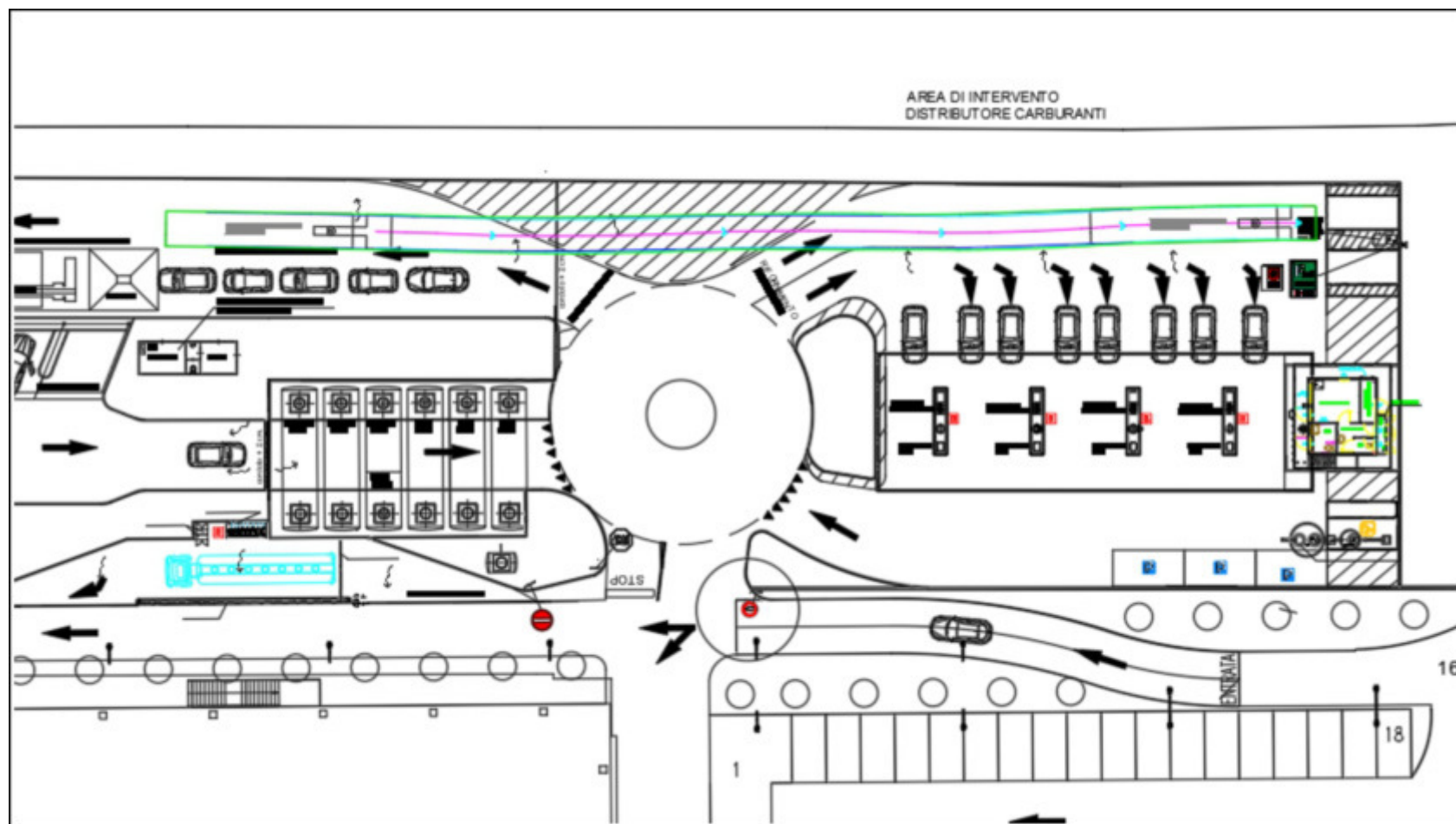


Illustr. 33 - Dimensioni mezzo di rifornimento.

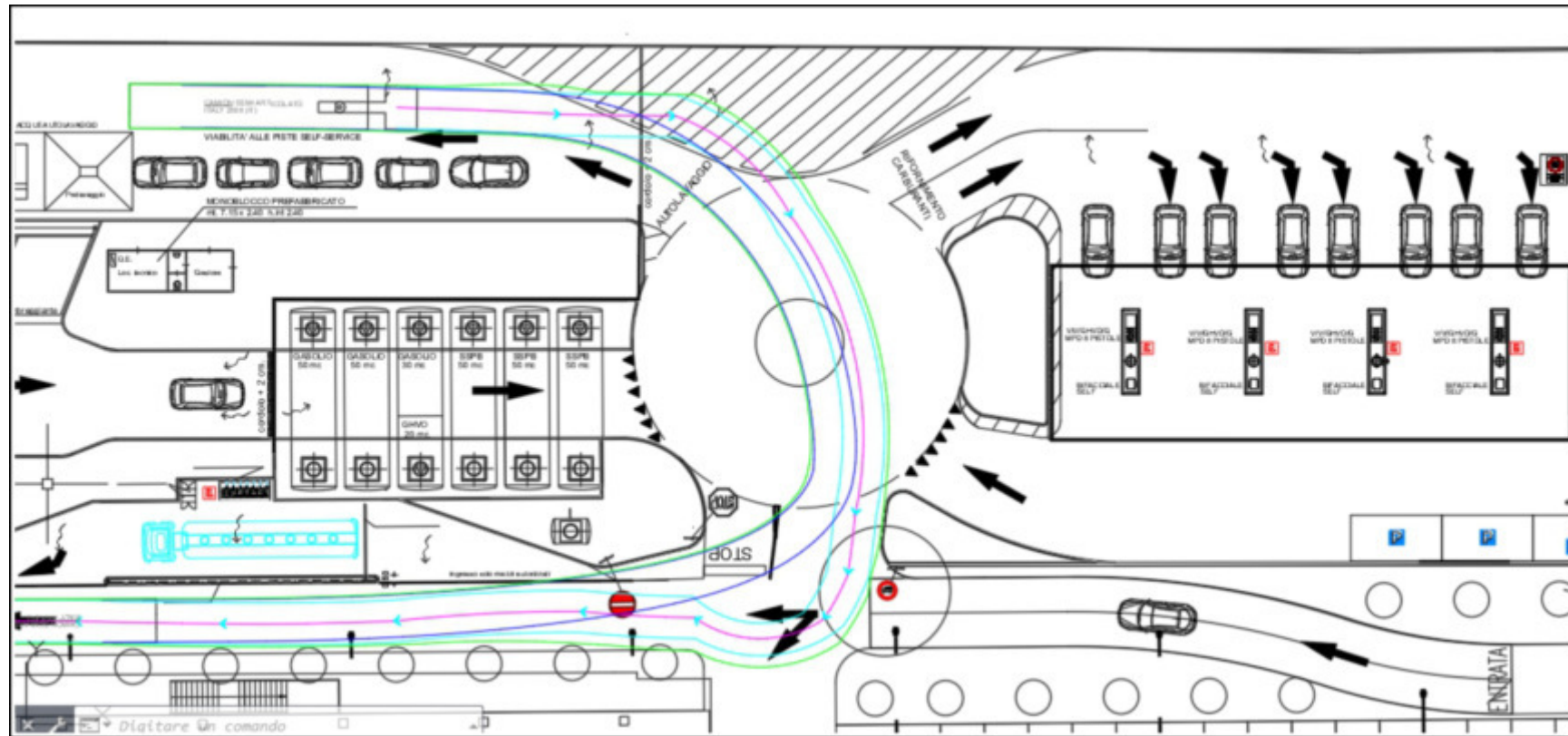
Oltre alle manovre analizzate in precedenza sono state analizzate le dinamiche di un autotreno in accesso e in uscita rispetto all'area del distributore. Come dimostrato negli estratti riportati di seguito le manovre avvengono senza che si evidenzino interferenze. Sull'area è presente una pensilina con un'altezza complessiva pari a 4,80 pertanto i mezzi in transito dovranno rispettare il limite in altezza costituito dalla pensilina.



Illustr. 34 - Ingresso mezzo impiegato per le simulazioni.



Illustr. 35 - Uscita retromarcia mezzo impiegato per le simulazioni.



Illustr. 36 - Uscita mezzo impiegato per le simulazioni.

Il calcolo della capacità della rotatoria (software Rotacalc)

I modelli utilizzati per il progetto delle rotatorie regolate con la disciplina della priorità all'anello, siano essa convenzionali (cioè con grandi diametri) ovvero compatte o mini rotatorie, sono di origine sperimentale. Il metodo generalmente utilizzato consiste nell'assegnare alla rotatoria le caratteristiche geometriche che si ritengono idonee a soddisfare la domanda di traffico, e calcolarne quindi le caratteristiche di livello di servizio. Il punto di partenza di tale procedura è il calcolo della capacità.

Si definisce capacità del braccio di una rotatoria il più piccolo valore del flusso sul braccio che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi. Questo valore del flusso dipende evidentemente dal flusso che percorre l'anello, e quindi dall'insieme dei flussi in ingresso e in uscita da tutti i bracci della rotatoria. Non è pertanto possibile calcolare la capacità di un braccio se non è nota l'intera matrice M origine-destinazione della rotatoria, il cui generico elemento (i,j) rappresenta il flusso di ingresso del braccio i che esce al braccio j , dalla quale si ricava la matrice di destinazione N , il cui generico elemento (i,j) fornisce la frazione del flusso entrante da i che esce in j .

Per le rotatorie si hanno due diverse definizioni di capacità: la capacità semplice e la capacità totale.

Data una matrice M origine-destinazione, sia δ il più piccolo scalare che moltiplicato per M dia luogo ad un insieme di flussi entranti e uscenti dalla rotatoria tale che la capacità, come precedentemente definita, sia raggiunta su uno dei bracci. Il prodotto di δ per il flusso entrante da questo braccio che si ricava dalla matrice M è la capacità semplice della rotatoria.

Data una matrice di distribuzione N si definisce capacità totale della rotatoria la somma dei flussi in ingresso che, distribuendosi secondo N fra le diverse uscite, determinano il raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci.

Il metodo di calcolo della capacità di una rotatoria è stato oggetto di studio in molti Paesi negli ultimi decenni, seguendo le linee indicate da Kimber nel 1980, il quale ricavò la relazione che lega la capacità di un braccio al flusso che percorre l'anello ed alle caratteristiche geometriche della rotatoria attraverso l'analisi statistica, condotta con tecniche di regressione, di un gran numero di dati raccolti su rotatorie in Gran Bretagna, sia di tipo convenzionale che compatte, tutte con priorità sull'anello.

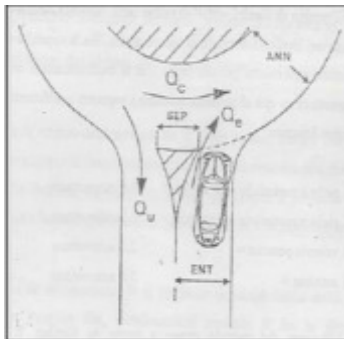
Egli dimostrò l'esistenza di una relazione lineare fra la capacità di un braccio e il flusso sull'anello, e pose in evidenza che, fra le caratteristiche geometriche della rotatoria, quelle che hanno influenza di gran lunga maggiore sulla capacità di un braccio sono la larghezza della sua sezione trasversale corrente e quella della sua sezione allargata in corrispondenza della immissione.

I metodi di calcolo della capacità messi a punto nei diversi Paesi, pur essendo riconducibili tutti ad uno stesso schema fondamentale, differiscono in qualche misura fra loro, in parte perché diverse sono le tipologie di rotatoria su cui sono stati misurati i dati sperimentali, ma in misura prevalente per la diversità dei comportamenti degli automobilisti, i quali giocano un ruolo fondamentale nel determinare il modo di funzionare di una rotatoria.

Si riporta qui di seguito il metodo messo a punto in Francia nel 1987 dal SETRA, il quale ha il pregio di fornire, oltre al valore della capacità, anche altri elementi utili per la conoscenza del livello di servizio di una rotatoria. Sia la capacità che i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora (eph). Per la trasformazione dei flussi di veicoli diversi dalle autovetture in eph si possono adottare i seguenti coefficienti di conversione proposti dalle Norme Svizzere:

- 1 ciclo o motociclo sull'anello = 0.8 autovetture
- un ciclo o motociclo in ingresso = 0.2 autovetture
- 1 veicolo pesante = 2.0 autovetture
- 1 autobus = 2.0 autovetture

A differenza del metodo messo a punto da Kimber, il metodo del SETRA fa intervenire nel calcolo della capacità, oltre al traffico che percorre l'anello in corrispondenza di una immissione, anche il traffico che si allontana in uscita immediatamente precedente; per cui si definisce una relazione lineare, invece che fra capacità e flusso che percorre l'anello come nel metodo di Kimber, fra capacità e un traffico complessivo di disturbo, nel quale intervengono sia il flusso che percorre l'anello sia quello in uscita precedentemente definito.



Si consideri l'immagine riportata a lato dove è rappresentato il particolare di una rotatoria in corrispondenza di un braccio. Sia Q_c il flusso che percorre l'anello all'altezza della immissione, Q_e il flusso entrante, Q_u il flusso uscente.

Tutti i flussi sono espressi in autovetture equivalenti per ora (eph). Siano ancora: SEP la larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio, ANN la larghezza dell'anello, ENT quella della semi carreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del "dare precedenza".

Tutte le larghezze sono misurate in metri.

In generale, la capacità del braccio K , cioè il minimo valore di Q_e che dà luogo alla presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi, può essere così definita:

$$K = f(Q_c, Q_u, SEP, ANN, ENT)$$

In aggiunta alla capacità, occorre definire le caratteristiche del livello di servizio di una rotatoria, che sono analoghe a quelle che vengono considerate nello studio di tutte le intersezioni a raso: il tempo medio di attesa dei veicoli alle immissioni e un adeguato percentile della lunghezza della coda. Questi elementi possono essere calcolati con lo stesso modello teorico utilizzato per le altre intersezioni a raso, basato sul concetto di intervallo critico precedentemente definito, le cui variabili sono il traffico di disturbo Q_d sull'anello e i diversi valori del flusso entrante equivalente Q_e .

La curva punteggiata indica il limite corrispondente alla capacità pratica. Questi diagrammi rendono il calcolo delle caratteristiche di livello di servizio di una rotatoria estremamente facile.

Quando la riserva di capacità è ridotta, occorre prestare particolare attenzione ai tempi di attesa, alla lunghezza delle code e all'evoluzione del traffico sulle strade. Alcuni accorgimenti per incrementare la capacità di una rotatoria consistono nell'allargare la sezione di ingresso dei bracci, ingrandire l'isola spartitraffico, aumentare le dimensioni dell'anello e creare una corsia esterna alla rotatoria per la svolta a destra.

Il software Rotacalc permette di verificare:

- l'esistenza e le cause di eventuali malfunzionamenti;
- l'efficacia delle soluzioni previste;
- la capacità di assorbimento di traffico supplementare.
-

Queste valutazioni vengono effettuate in riferimento a tre aspetti fondamentali:

- la capacità (indicativa dell'efficienza dell'intersezione in termini di smaltimento dei flussi veicolari);
- il livello di servizio (associato ai ritardi accumulati per l'esecuzione di tutte le possibili manovre);
- la sicurezza degli utenti.

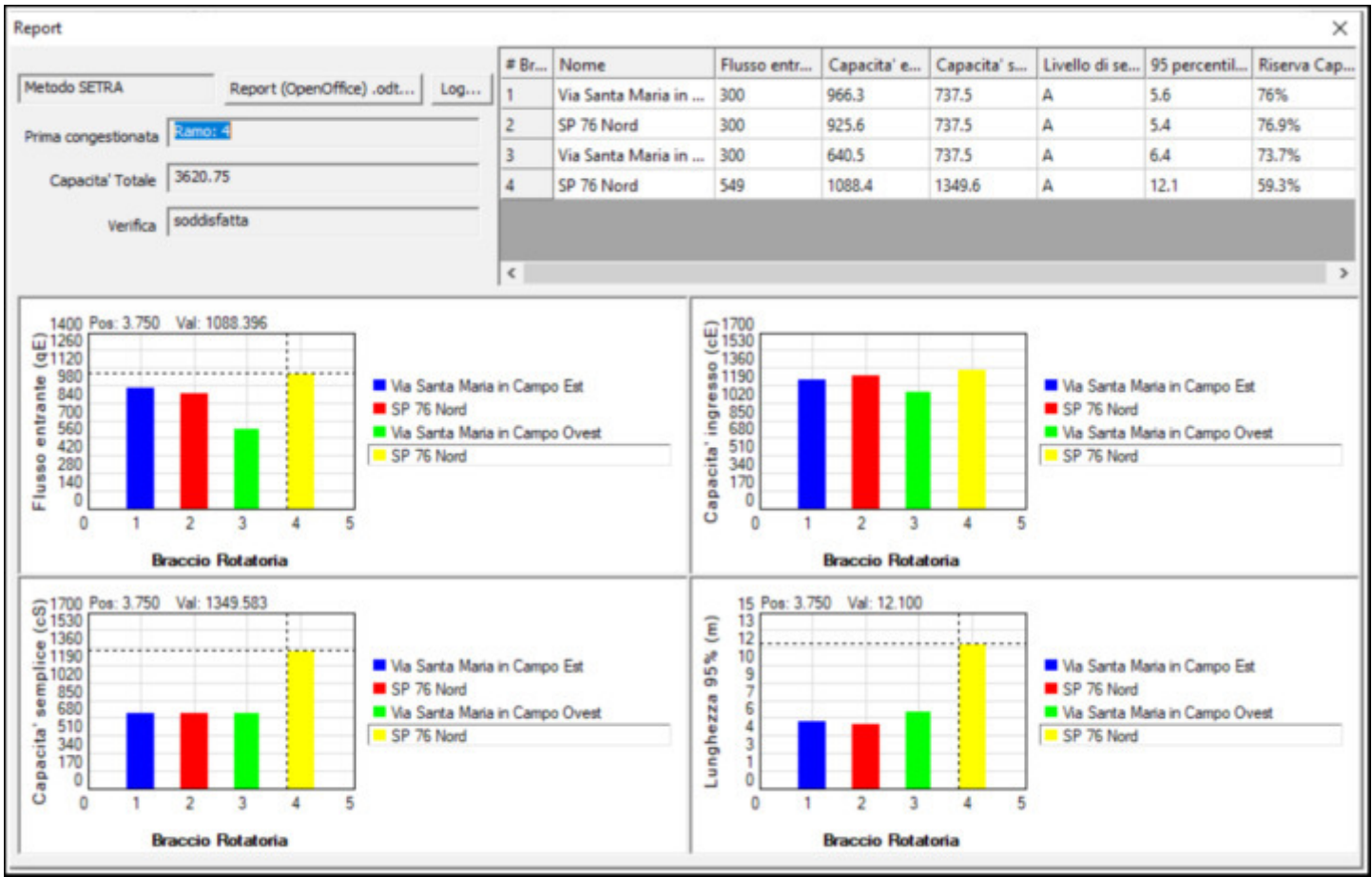
La verifica effettuata con il software ha evidenziato che anche nelle condizioni di massimo stress della rete, peggiorative rispetto alla situazione effettivamente ipotizzabile, la rotatoria come progettata conserva un'ampia riserva di capacità.



Illustr. 37: Schema ipotetico della rotatoria da realizzare e flussi associati



Illustr. 38: Risultati ottenuti attraverso il software Rotacalc – scenario SDF



Illustr. 39: Risultati ottenuti attraverso il software Rotacalc – scenario PRJ

Come visualizzabile dai dati sopra riportati la rotatoria, in seguito alla trasformazione, mantiene livelli di capacità pressoché invariati. Si ricorda inoltre che gli utenti dell'autolavaggio e della stazione di rifornimento saranno con ogni probabilità ricompresi all'interno del traffico già circolante e negli utenti delle strutture limitrofe. Tali utenti di conseguenza non andranno a ricaricare ulteriormente la rete e le valutazioni ad ora eseguite di conseguenza sono da considerarsi estremamente cautelative.

7 - EMISSIONI ACUSTICHE, GASSOSE E POLVERI GENERATE DAL TRAFFICO INDOTTO.

In merito alle emissioni rumorose e atmosferiche da traffico in forza dei contenuti incrementi di flussi veicolari generati dalla attività oggetto di analisi non sono attese modifiche apprezzabili delle concentrazioni di inquinanti in aria. In particolare per quanto riguarda il clima acustico, vista la grandezza logaritmica che ne caratterizza la somma e la diffusione, le variazioni locali dovute all'incremento di traffico saranno impercettibili. Peraltro non si registra la vicinanza di recettori sensibili in zona dal punto di vista acustico e l'ambito si presenta già prima delle analisi come un punto periferico rispetto all'abitato cittadino, già interessato da passaggi veicolari costanti.



Illustr. 40: Estratto zonizzazione acustica comune di Cambiago.

8 - EMISSIONI LUMINOSE.

Anche per quanto riguarda le emissioni luminose, si può affermare che la realizzazione della nuova pompa di benzina e del nuovo autolavaggio non comporti un aumento sensibile dei livelli luminosi. Il contesto in cui si inserisce il progetto è a destinazione commerciale-artigianale e confinante con ambiti a destinazione agricola. Gli impianti di illuminazione esterni rispetteranno quanto previsto dalla Legge Regionale 5 ottobre 2015 , n. 31.



Illustr. 41: Vista aerea dell'ambito di trasformazione.

9 - CONCLUSIONI

Nel complesso la struttura viaria del comparto per il lavaggio dei veicoli e per il rifornimento dei carburanti sono adeguate alle esigenze connesse ai flussi di traffico attesi, il sistema degli accessi eviterà il verificarsi di situazioni di congestione e di scarsa sicurezza sulla rete stradale principale.

La sua conformazione farà in modo che eventuali code si sviluppino internamente all'area oggetto di intervento e non sulla viabilità principale.

La zona di approvvigionamento carburanti sarà posta in area separata dalla viabilità principale in modo che le operazioni di rifornimento non creino intralcio agli altri veicoli: si ricorda che tali operazioni avverranno negli orari di chiusura della struttura e quindi negli orari nei quali si registrano i minori passaggi di flussi veicolari.

Analoghe considerazioni possono essere fatte sulle condizioni ambientali locali: i principali fattori connessi all'incremento di traffico potenzialmente impattanti come l'aumento di rumore, l'inquinamento atmosferico ecc., non generano situazioni critiche tali da compromettere la qualità ambientale dei luoghi circostanti. Complessivamente non sono attesi impatti sulla viabilità; ne consegue che la disposizione, le previsioni progettuali e commerciali sono compatibili e coerenti con le preesistenze.

Biella, 01 Dicembre 2025

Marco Maggia Architetto
Master in Trasporti e Mobilità Sostenibile

