CASADIO & CO.
di Casadio Mario

Via V.Veneto 1/bis – 47100 FORLI'
Tel: 0543 23923 – Email: studio@casadioeco.it

P.I. 04263320402

geologia
acustica
ambiente

VALUTAZIONE DI IMPATTO SUL TRAFFICO

Committente: SARA IMMOBILIARE S.r.l.	DATA: 19/06/2020
RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI UN COMPARTO COMMERCIALE NELL' AMBITO A13-06 PRODUTTIVO MELATELLO 1° STRALCIO SUB-COMPARTO A (LOTTO A1), IN COMUNE DI FORLIMPOPOLI.	Dott. MARIO CASADIO

VALUTAZIONE DI IMPATTO SUL TRAFFICO
RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI UN COMPARTO COMMERCIALE
NELL' AMBITO A13-6 PRODUTTIVO MELATELLO
1° STRALCIO SUB-COMPARTO A (LOTTO A1),
IN COMUNE DI FORLIMPOPOLI.

PREMESSA

Il presente studio d'impatto ha come obiettivo principale la stima del traffico veicolare e dei cambiamenti della viabilità che saranno generati dall'introduzione delle nuove attività commerciali che sorgeranno nell'ambito A13-06 Produttivo Melatello 1° Stralcio Sub-Comparto A - Lotto A1, in Comune di Forlimpopoli.
In particolare si analizzeranno gli effetti di ridistribuzione del traffico afferente al comparto sulla rete stradale e verranno valutati gli esiti globali sulla circolazione nell'area di influenza nei momenti di massimo traffico.

Lo studio seguirà a grandi linee i seguenti passi:

- verificare le caratteristiche dei principali assi viari presenti nella zona nella situazione attuale;
- acquisire dati di traffico nella situazione attuale (a polo commerciale non ancora realizzato) nei giorni e nelle ore di punta;
- determinare i flussi di veicoli in entrata/uscita al polo commerciale di progetto e la loro ridistribuzione sulle strade afferenti;
- analizzare le caratteristiche della viabilità nell'assetto futuro;
- verificare dell'accessibilità al comparto e analisi del funzionamento delle intersezioni;
- valutare complessivamente la circolazione stradale di zona con l'attività commerciale funzionante a regime.

DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

Il lotto su cui si interverrà è posto nel Comune di Forlimpopoli (FC) e si presenta a lato della bretella esterna della via Emilia per Cesena (SS9) ed a Nord della rotonda che collega tale asse viario al viale Unità d'Italia. Quest'ultimo sarà la strada da percorrere per raggiungere l'ingresso al lotto in esame.

Il progetto prevede la lottizzazione dell'area, avente destinazione terziaria a prevalenza commerciale con inserimento di una struttura per la vendita al dettaglio di prodotti anche alimentari, una struttura di vendita non alimentare e una attività di ristorazione (self-service).

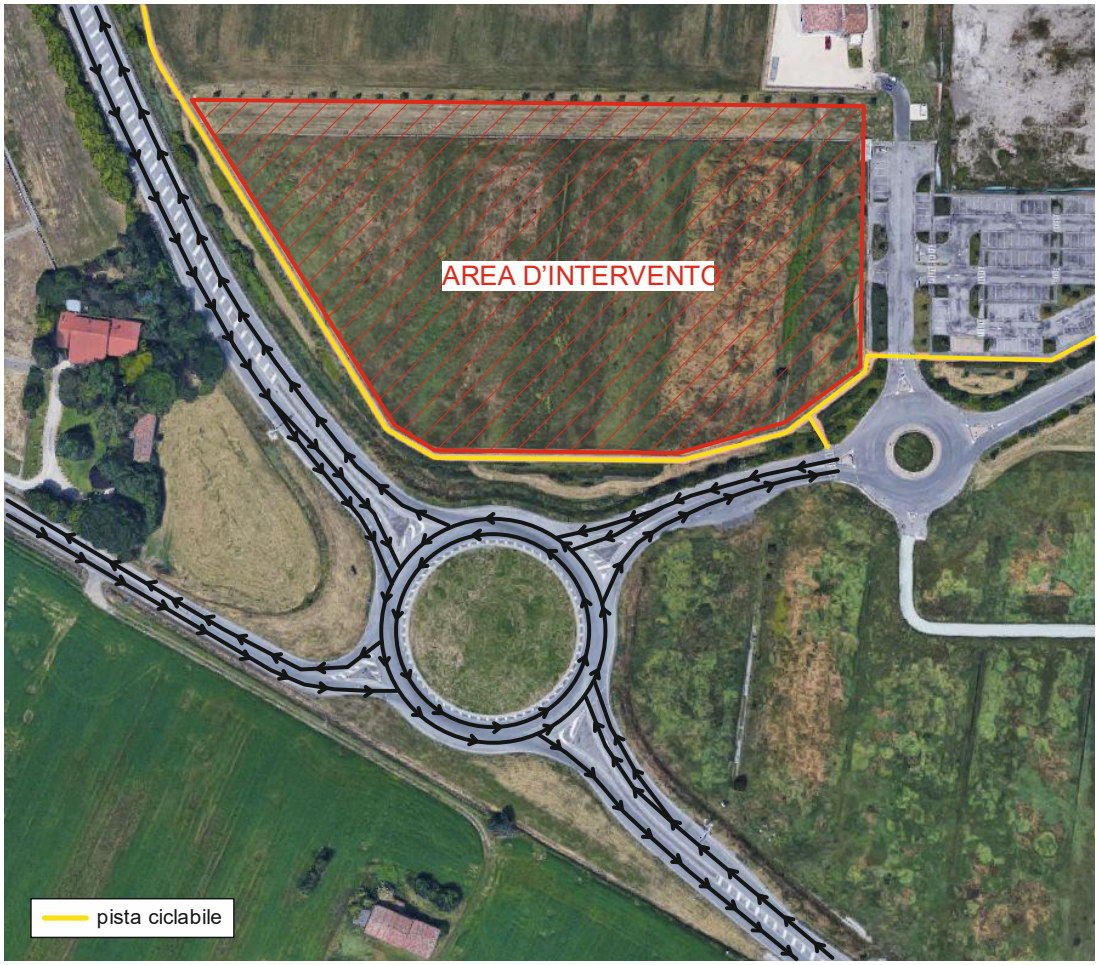
ANALISI DELLO STATO DI FATTO

I dati di traffico utilizzati per la stima dei flussi attuali sulla viabilità limitrofa all'area in esame sono stati ricavati da appositi rilievi effettuati nelle giornate di venerdì 25 Ottobre e Lunedì 28 Ottobre 2019 sulle strade a maggior rilevanza ai fini dello studio.

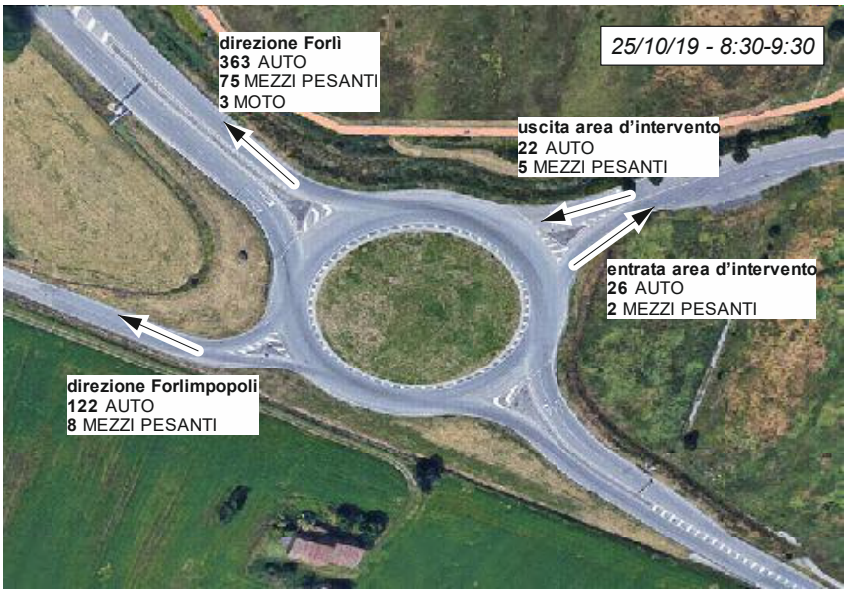
Le strutture viarie considerati sono pertanto:

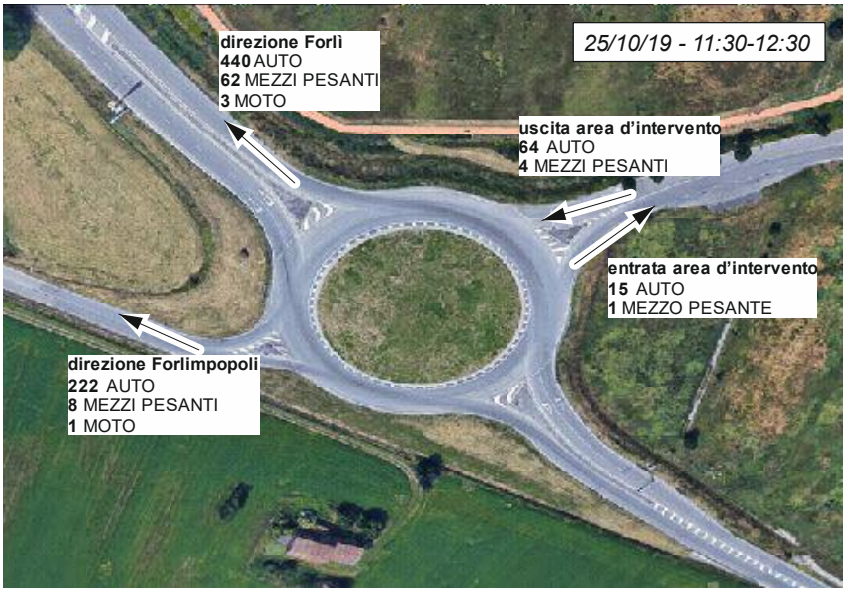
- SS9 (bretella esterna via Emilia)
- via Emilia per Cesena
- viale Unità d'Italia
- rotatoria tra le vie sopra citate.

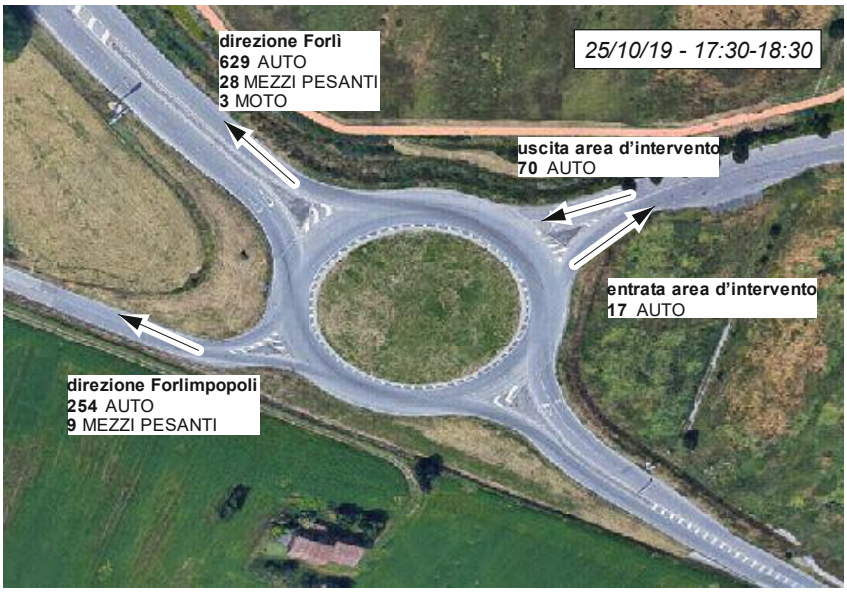
Di seguito si riporta la mappa con l'indicazione dei sensi di marcia delle strutture esaminate:

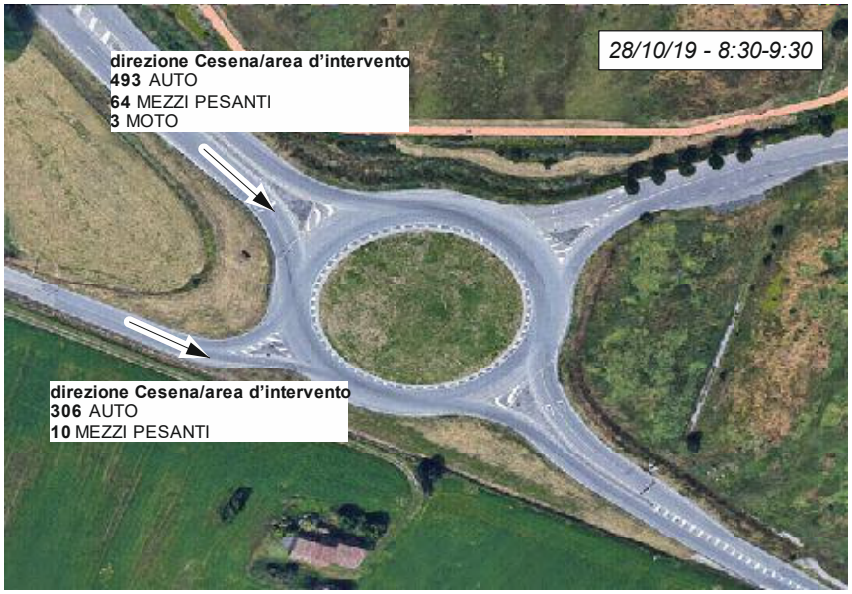


Negli schemi seguenti si riportano le quantità di veicoli, rilevati nella giornata di venerdì 25 Ottobre e lunedì 28 Ottobre 2019, che occupano le strade sopra citate divisi in base alla diversa provenienza, alla diversa tipologia veicolare (mezzi leggeri, mezzi pesanti e motocicli) ed alla fascia temporale (08:30-9:30,11:30-12:30,17:30-18:30).


25/10/19 - 8:30-9:30
direzione Forlì
363 AUTO
75 MEZZI PESANTI
3 MOTO
uscita area d'intervento
22 AUTO
5 MEZZI PESANTI
entrata area d'intervento
26 AUTO
2 MEZZI PESANTI
direzione Forlimpopoli
122 AUTO
8 MEZZI PESANTI


25/10/19 - 11:30-12:30
direzione Forlì
440 AUTO
62 MEZZI PESANTI
3 MOTO
uscita area d'intervento
64 AUTO
4 MEZZI PESANTI
entrata area d'intervento
15 AUTO
1 MEZZO PESANTE
direzione Forlimpopoli
222 AUTO
8 MEZZI PESANTI
1 MOTO


25/10/19 - 17:30-18:30
direzione Forlì
629 AUTO
28 MEZZI PESANTI
3 MOTO
uscita area d'intervento
70 AUTO
entrata area d'intervento
17 AUTO
direzione Forlimpopoli
254 AUTO
9 MEZZI PESANTI


28/10/19 - 8:30-9:30
direzione Cesena/area d'intervento
493 AUTO
64 MEZZI PESANTI
3 MOTO
direzione Cesena/area d'intervento
306 AUTO
10 MEZZI PESANTI

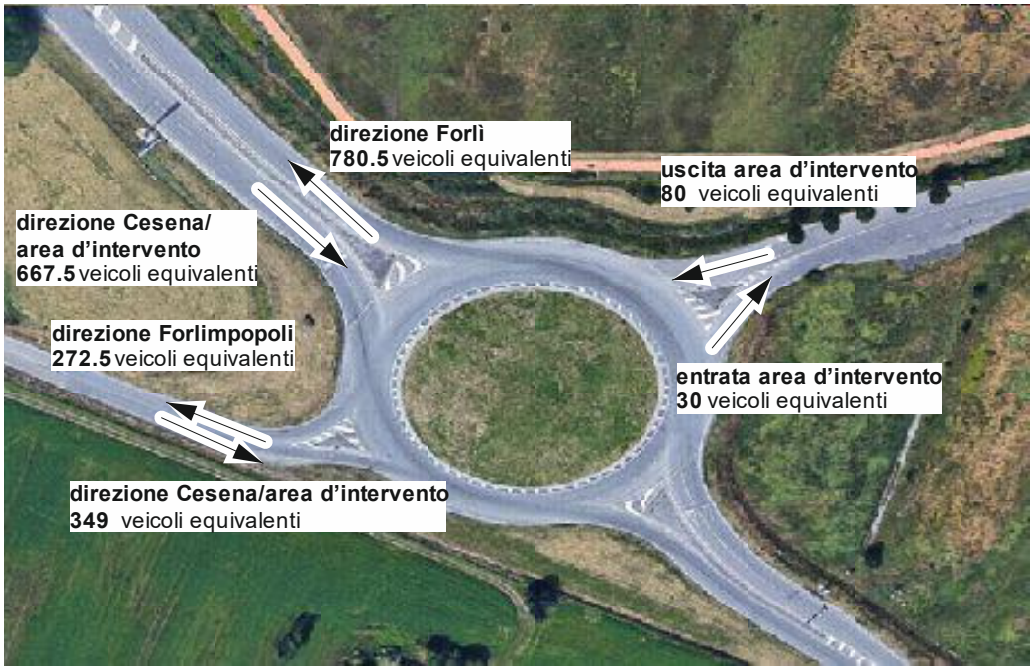
28/10/19 - 11:30-12:30
direzione Cesena/area d'intervento
485 AUTO
62 MEZZI PESANTI
5 MOTO
direzione Cesena/area d'intervento
276 AUTO
11 MEZZI PESANTI
3 MOTO

28/10/19 - 17:30-18:30
direzione Cesena/area d'intervento
537 AUTO
35 MEZZI PESANTI
3 MOTO
direzione Cesena/area d'intervento
329 AUTO
8 MEZZI PESANTI
2 MOTO

Si ipotizza di inserire nel software utilizzato per la creazione del modello relativo al flusso veicolare dello stato attuale, i dati maggiori rilevati in modo da avere un modello previsionale il più cautelativo possibile.

Vista la presenza di numerosi camion e di qualche motociclo, per una più corretta rappresentazione dei dati numerici rilevati, i flussi vengono omogeneizzati, ossia tradotti in veicoli equivalenti, nel seguente modo:

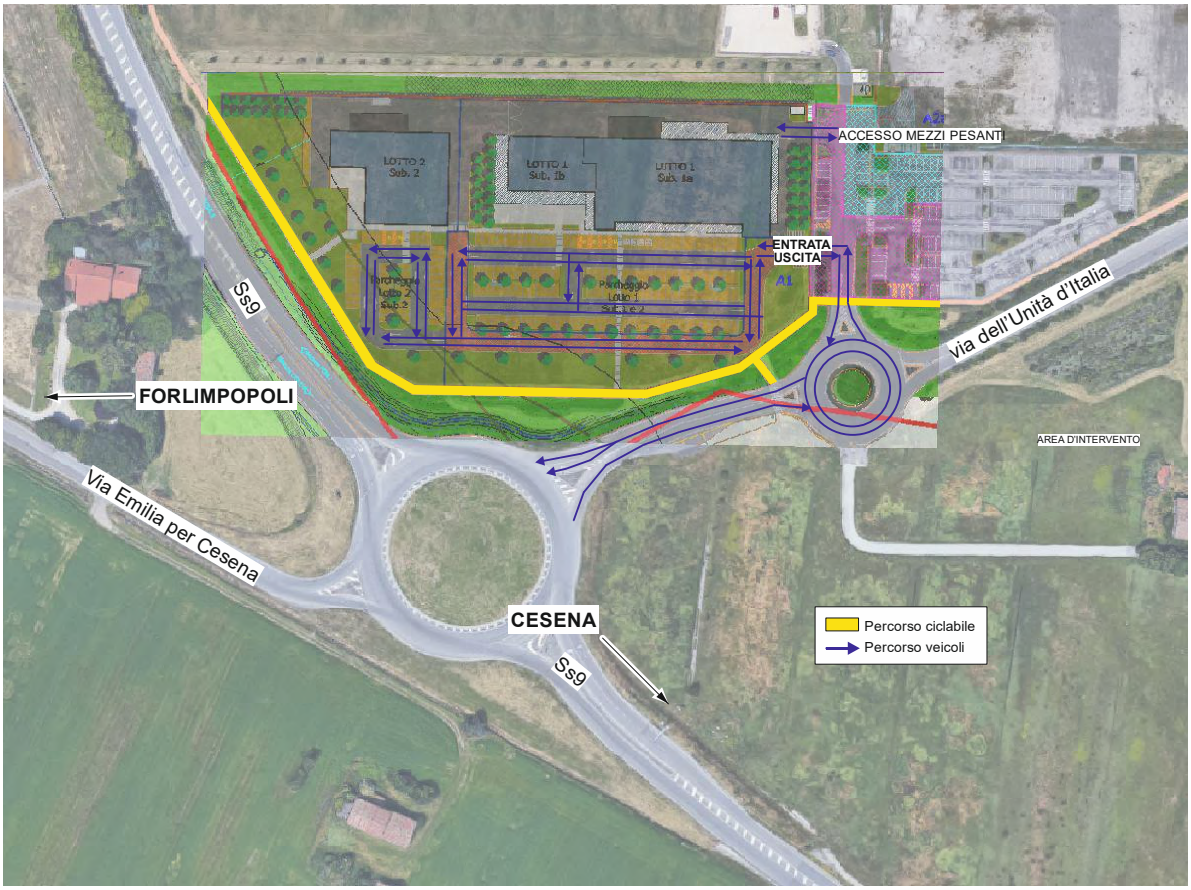
- motocicli 0.5 veicoli equivalenti
- autoveicoli 1 veicolo equivalente
- mezzi pesanti (>3.5t) 2 veicoli equivalenti.



ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

Il primo passo sarà quello di valutare i cambiamenti della viabilità derivanti dall'insediamento delle nuove attività commerciale e successivamente quantificare i movimenti potenzialmente attratti/generati dallo stesso.

Si riporta il disegno dello stato di progetto:



Nel dettaglio gli interventi di progetto sulla rete viaria riguarderanno:

- la creazione di un accesso con ingresso/uscita per la sola utenza;
- la creazione di un accesso con ingresso/uscita per i mezzi pesanti (merci);

I mezzi pesanti che andranno a rifornire le attività insediate, in entrata/uscita dall'accesso più a Nord, in tale valutazione del traffico non sono stati considerati sia per il numero esiguo (3-4 al giorno) sia per gli orari di arrivo (prima mattina).

STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI POTENZIALMENTE INDOTTI

L'impatto sul traffico viene valutato in questa sede per l'incremento dovuto alla nuova attività di progetto.
Le attività per le quali si prevede un forte afflusso di traffico sono sicuramente quelle legate alla vendita dei prodotti alimentari infatti, da studi ormai consolidati, si stabilisce la valutazione di impatto sul periodo a maggior afflusso in tali strutture che corrisponde al periodo temporale delle 17:00-19:00 del venerdì.
Per stimare il numero di veicoli attesi nel nuovo comparto, non avendo dati certi sulla quantità di accessi previsti, si è tenuto conto del numero di parcheggi che si realizzeranno all'interno del lotto, pari a 133, e del tempo di permanenza per ogni utente stimato pari a 30 minuti. Questo comporterà al massimo della capienza un accesso di 266 veicoli in un'ora. Ovviamente questa ipotesi nella realtà sarà difficilmente avverabile, se non particolari occasioni, ma nel nostro studio verrà considerata come valida in quanto cautelativa. L'accesso di 266 veicoli/h rappresenta infatti la situazione più critica possibile.

Questo tipo di approccio tiene conto di un eventuale concomitanza di afflussi di tutte le strutture di vendita e ricettive presenti.

MODELLO DI SIMULAZIONE

Per valutare l'effettivo impatto indotto dai flussi di traffico che circolano sulla rete stradale è necessario avvalersi dell'ausilio di appositi modelli di microsimulazione.
Tali modelli vengono normalmente utilizzati in svariati casi, dalla progettazione di nuove infrastrutture, alla quantificazione delle immissioni inquinanti, alla gestione dei sistemi di controllo semaforico, ai sensi unici di marcia, etc. Il loro utilizzo permette inoltre di valutare l'eventuale presenza di eventi eccezionali, come ad esempio la presenza di un cantiere o di un incidente, che provocano una diminuzione della capacità delle sezioni stradali e quindi hanno un impatto negativo sul traffico.
Le verifiche modellistiche riportate nei paragrafi successivi sono state eseguite con il software **Tritone**, un microsimulatore di reti stradali sviluppato completamente in italiano dall'Università della Calabria - UNICAL come strumento per la modellazione dei flussi veicolari e lo studio della sicurezza stradale.
Per la simulazione dello stato attuale è stata ricostruita la rete esistente tramite le operazioni di seguito descritte:

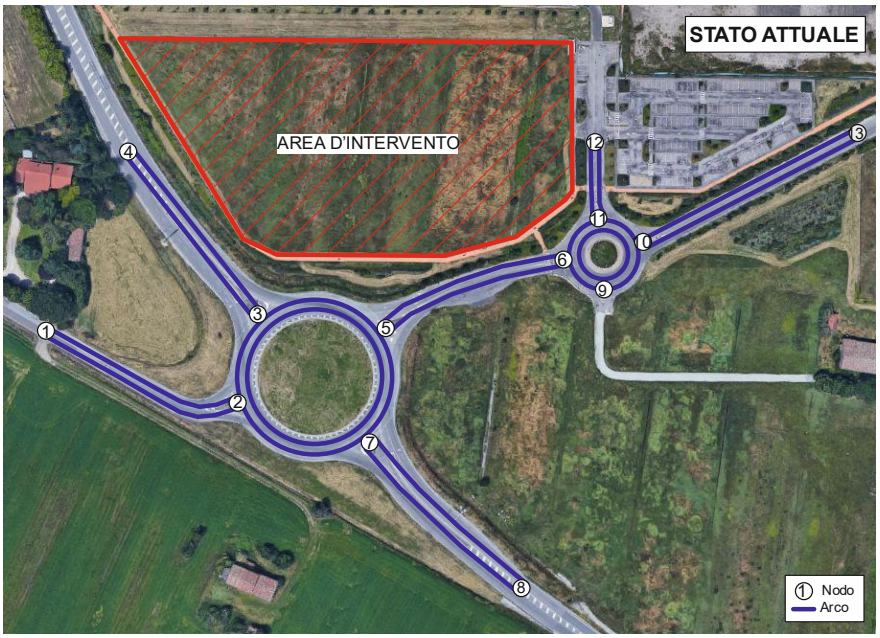
- NODI: si inseriscono i punti che rappresentano le intersezioni più significative;

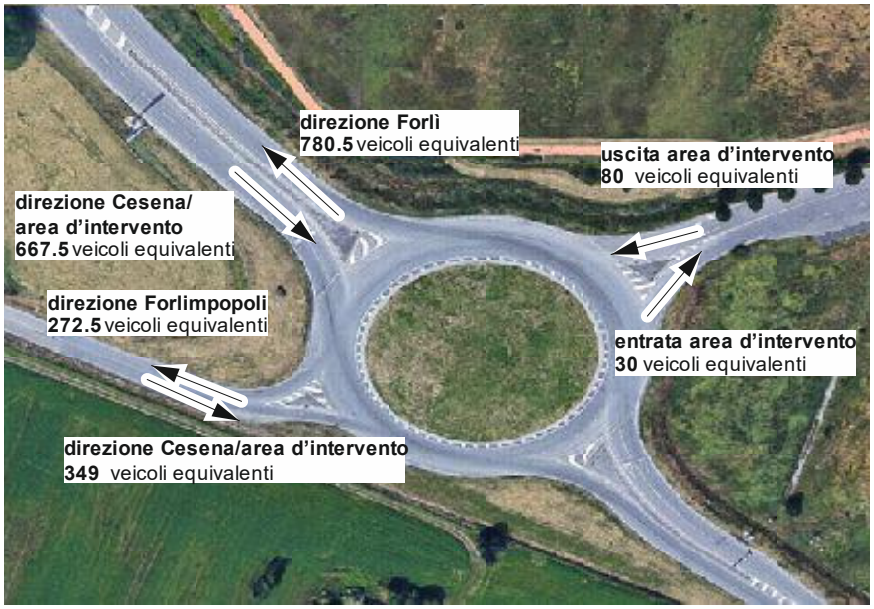
- ARCHI: si creano collegamenti tra nodi che possono essere caratterizzate da diversi attributi: n° corsie, lunghezza, capacità, larghezza, tipo di segnale al suo termine, …;
- FLUSSI VEICOLARI: si inserisce il numero di veicoli che attraversa la sezione stradale in esame, che sono stati rilevati attraverso la campagna d'indagine. Nel nostro caso si prendono in considerazioni i flussi maggiori rilevati;
- INTERSEZIONI: ove presenti, si inseriscono le intersezioni che sono rappresentate principalmente da rotatorie e svincoli. Tali elementi sono caratterizzati da n° di nodi, lunghezza degli archi, n° di corsie e capacità degli archi.

Completata la costruzione della rete si può passare ad un'animazione grafica oppure procedere all'elaborazione dei risultati attraverso grafici o tabelle.
Il software inoltre consente di realizzare delle mappe indicative di ogni singolo parametro elaborato, di cui i più significativi sono la velocità media e la lunghezza delle code.

Risultati microsimulazione stato attuale

Di seguito la mappa della zona con l'indicazione di nodi e archi.





I flussi veicolari per ogni direzione sono stati così ripartiti:

- il 90% dei 667.5 veicoli provenienti dalla SS9 con direzione Cesena si dirige verso Est (Cesena) e il 10 % verso Ovest direzione Forlimpopoli;
- il 90% dei 780.5 veicoli in direzione Forlì proviene da Est (Cesena) e solo il 10 % da Forlimpopoli (SudOvest);

- il 50% dei 272.5 veicoli in direzione Forlimpopoli proviene da Est (Cesena) e il 50 % dalla SS9 a NordOvest;
- il 90% dei 349 veicoli in uscita da Forlimpopoli si dirige verso Est (Cesena) e solo il 10% verso la SS9 in direzione NordOvest;
- per i 30 veicoli in entrata all'area d'intervento si considera che provengano in parti uguali dalle 3 direzioni: 10 da Forlimpopoli, 10 da Cesena,10 da Forlì (SS9);
- per gli 80 veicoli in uscita dall'area d'intervento si considera che 30 imbocchino la SS9, 30 proseguano in direzione Est verso Cesena e 20 prendano la direzione Forlimpopoli.

Tali percentuali si basano sui rilievi effettuati.

Inoltre si precisa che gli orari di apertura delle attività che si insidieranno sull'area sono per le strutture di vendita 08:00-21:00 mentre per la struttura ricettiva potrebbe prolungarsi fino alle ore 24:00.

Si riportano i grafici in uscita dal software Tritone, relativi alla velocità medie e alle lunghezze delle possibili code riferiti ad un intervallo temporale di 1 ora.

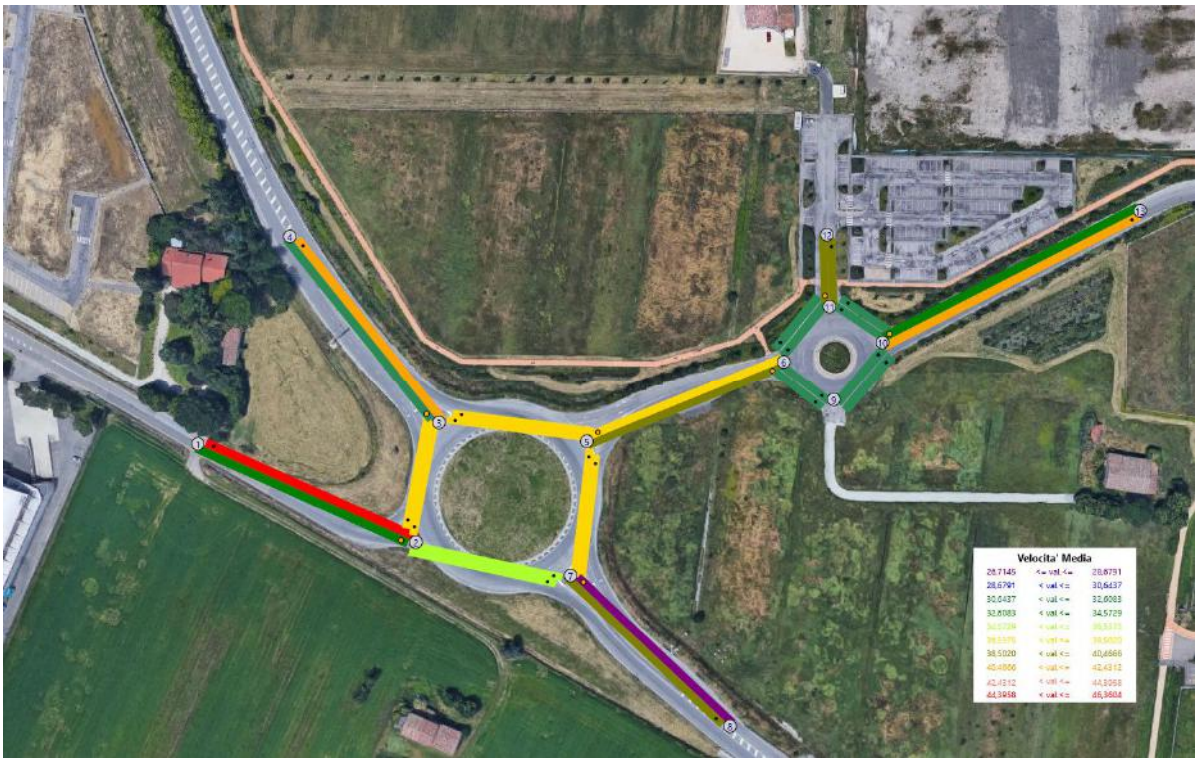


Grafico Velocità Media Situazione Attuale

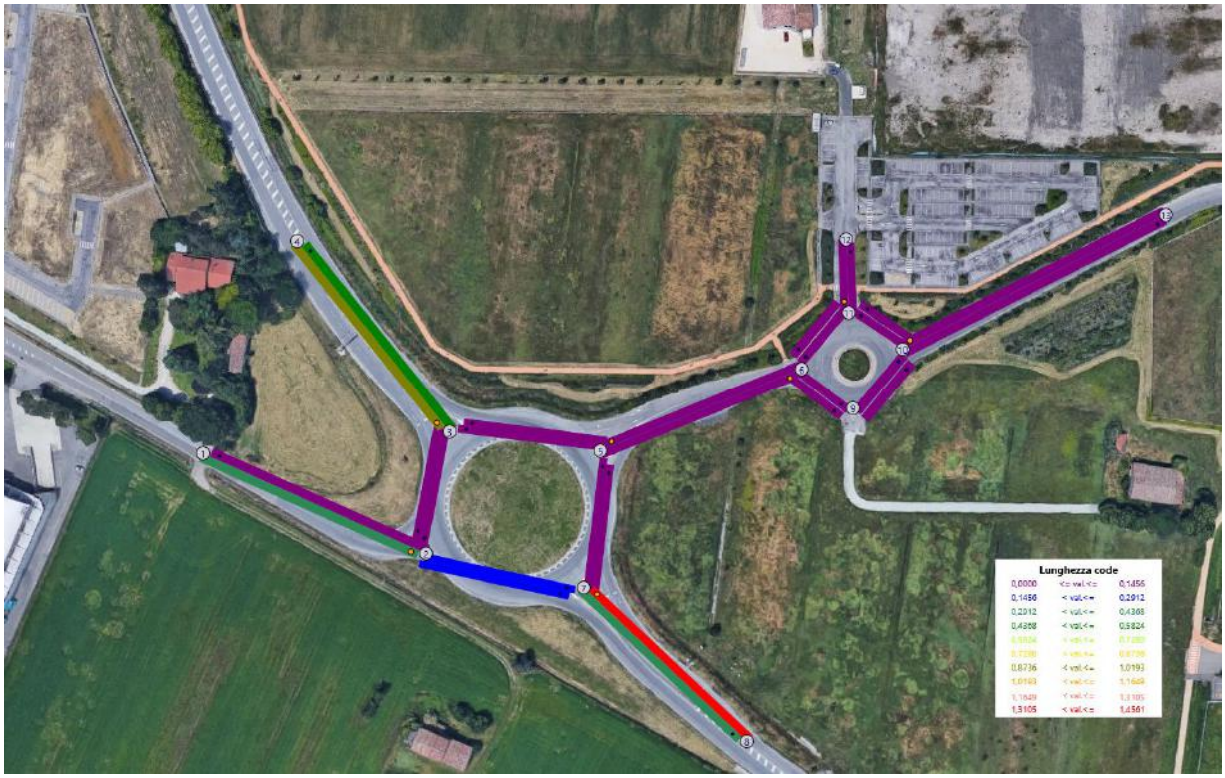


Grafico lunghezza code Situazione Attuale

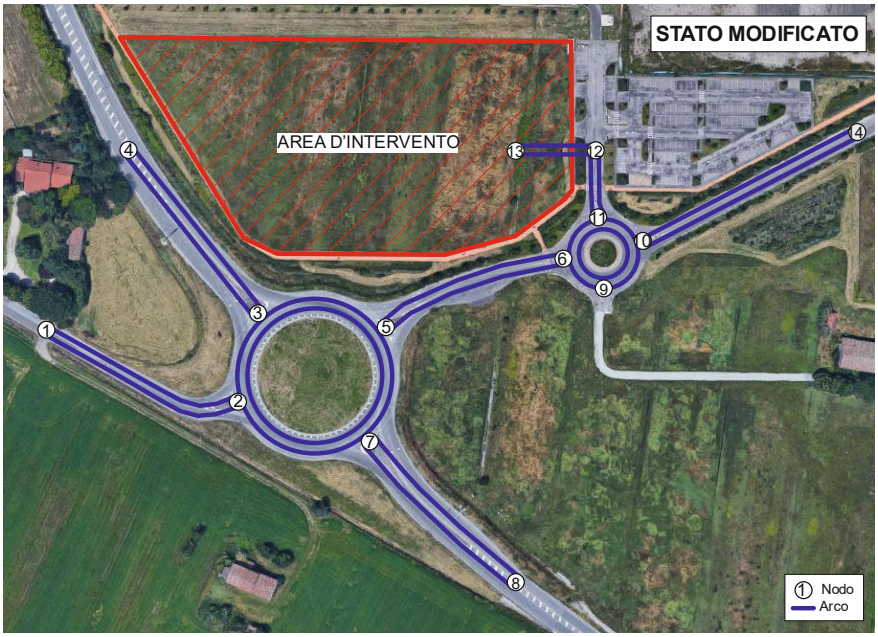
I dati relativi a tali grafici sono riportati nella seguente tabella:

Tabella risultati del modello di simulazione per lo stato attuale

TABELLA RIEPILOGATIVI PER ARCO ottenuta coi modelli car-following : Giofrè Avanzato - assegnazione : esponenziale - rumore : CEE									
Arco	Nodo Iniziale	Nodo Finale	Lunghezza	Vel.F.Lib.	Vel.Media	Tem.F.Lib.	Tem.Medio	Capacità	Lungh. Coda
[]	[]	[]	[m]	[km/h]	[km/h]	[sec]	[sec]	[v/h]	[m]
1	1	2	96	50	32,9	6,9	11,5	1000	0,350
2	2	1	96	50	46,4	6,9	8,0	1000	0,032
3	3	2	52	40	36,8	4,7	5,4	600	0,045
4	4	3	98	60	31,7	5,9	13,6	1000	0,963
5	3	4	98	60	40,8	5,9	9,4	1000	0,452
6	5	3	70	40	37,5	6,3	7,3	600	0,140
7	7	5	60	40	37,2	5,4	6,1	600	0,028
8	2	7	75	40	35,2	6,8	8,5	600	0,236
9	8	7	96	60	26,7	5,8	15,5	1000	1,456
10	7	8	96	60	39,0	5,8	9,8	1000	0,372
11	5	6	94	40	39,2	8,5	8,9	600	0,000
12	6	5	94	40	37,2	8,5	9,6	600	0,006
13	6	9	28	30	32,1	3,4	3,3	300	0,000
14	9	10	28	30	31,7	3,4	3,4	300	0,000
15	10	11	28	30	31,7	3,4	3,4	300	0,000
16	11	6	28	30	30,7	3,4	3,6	300	0,003
17	11	12	32	40	40,0	2,9	2,9	300	0,000
18	12	11	32	40	40,0	2,9	2,9	300	0,000
19	10	13	119	40	40,7	10,7	10,9	300	0,000
20	13	10	119	40	40,0	10,7	12,9	300	0,006

Risultati microsimulazione stato di progetto

Rispetto allo stato attuale sono stati inseriti i nuovi archi rappresentanti gli ingressi/uscite al nuovo comparto.



I grafici estrapolati dal software Tritone sono i seguenti:

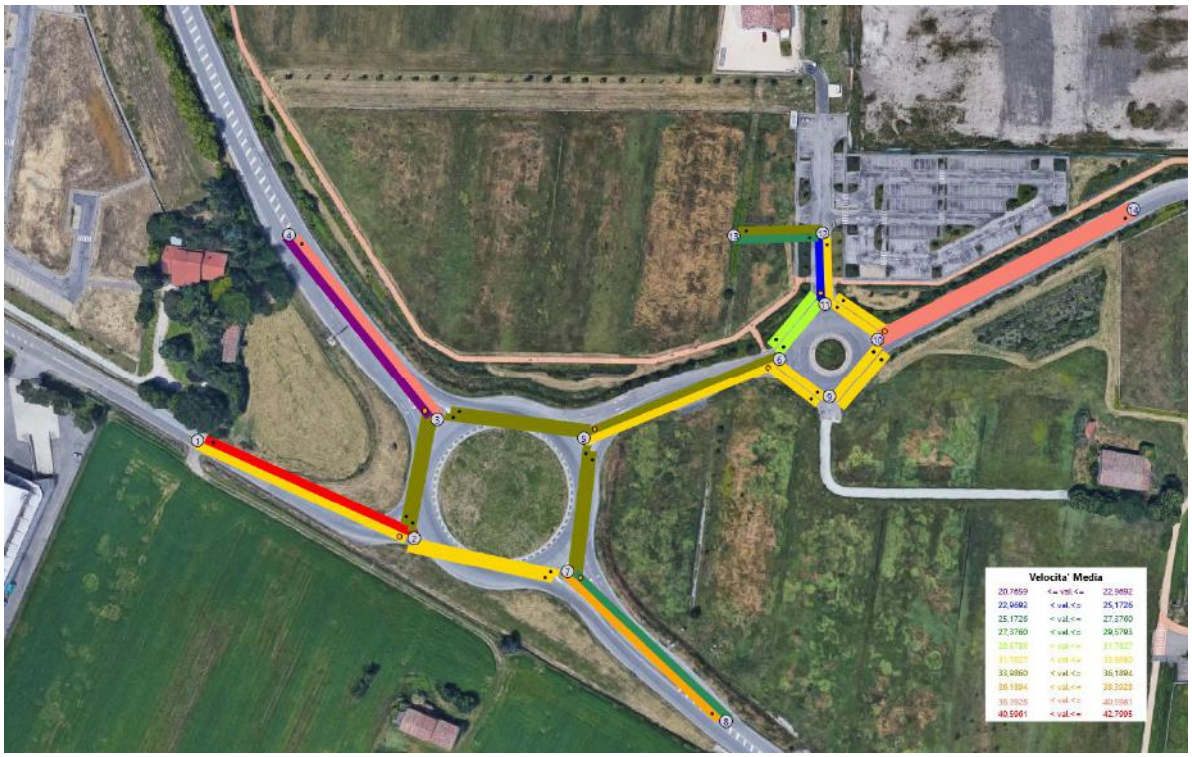


Grafico Velocità Media Stato Modificato

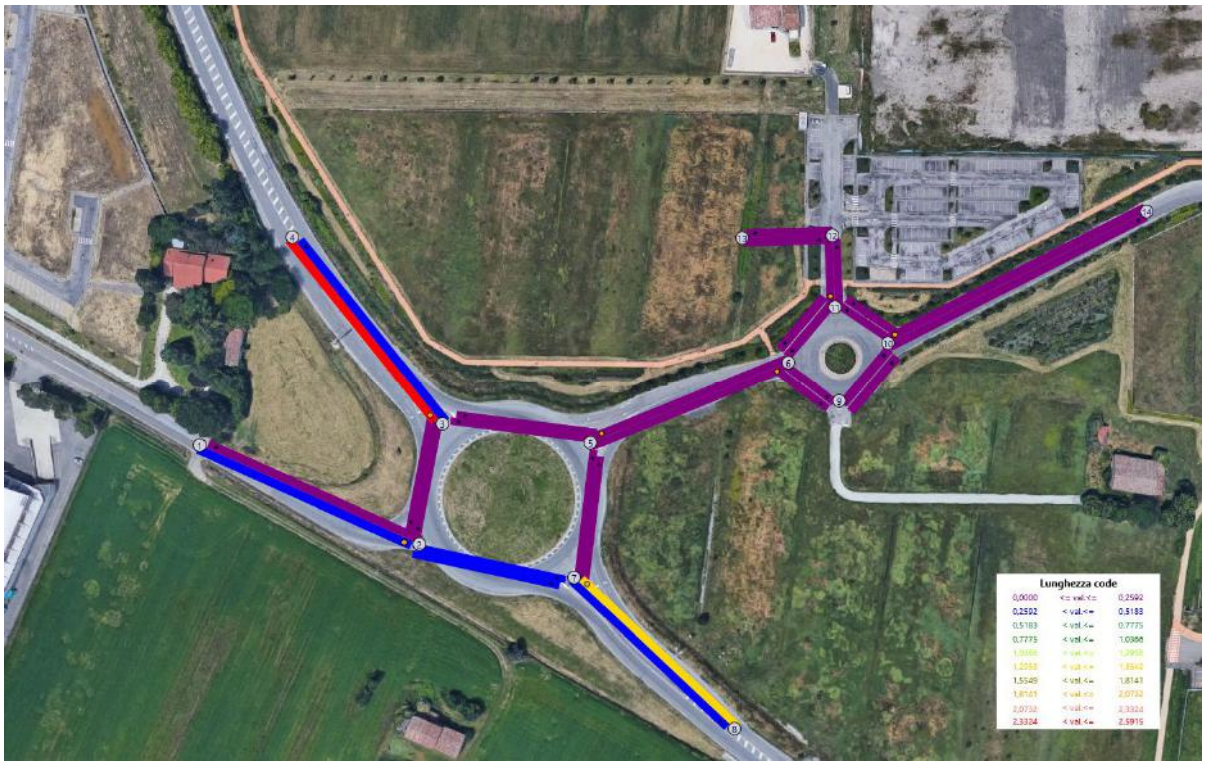


Grafico Lunghezza Code Stato Modificato

Tabella risultati del modello di simulazione per lo stato modificato

TABELLA RIEPILOGATIVI PER ARCO ottenuta coi modelli car-following : Giofrè Avanzato - assegnazione : esponenziale - rumore : CEE									
Arco	Nodo Iniziale	Nodo Finale	Lunghezza	Vel.F.Lib.	Vel.Media	Tem.F.Lib.	Tem.Medio	Capacità	Lungh. Coda
[]	[]	[]	[m]	[km/h]	[km/h]	[sec]	[sec]	[v/h]	[m]
1	1	2	96	50	32,7	6,9	12,0	1000	0,350
2	2	1	96	50	42,8	6,9	8,7	1000	0,082
3	3	2	52	40	34,2	4,7	5,9	600	0,089
4	4	3	98	60	21,8	5,9	22,4	1000	2,592
5	3	4	98	60	39,6	5,9	9,8	1000	0,334
6	5	3	70	40	35,1	6,3	7,8	600	0,235
7	7	5	60	40	36,1	5,4	6,4	600	0,072
8	2	7	75	40	33,2	6,8	9,2	600	0,388
9	8	7	96	60	25,6	5,8	16,2	1000	1,478
10	7	8	96	60	37,0	5,8	10,4	1000	0,463
11	5	6	94	40	33,6	8,5	10,7	600	0,072
12	6	5	94	40	34,6	8,5	10,5	600	0,107
13	6	9	28	30	31,9	3,4	3,5	300	0,000
14	9	10	28	30	32,6	3,4	3,5	300	0,001
15	10	11	28	30	33,4	3,4	3,4	300	0,009
16	11	6	28	30	30,0	3,4	3,7	300	0,006
17	11	12	32	40	33,8	2,9	3,7	300	0,018
18	12	11	32	40	24,9	2,9	4,9	300	0,032
19	13	12	36,94	30	26,5	4,4	5,3	300	0,019
20	12	13	36,94	30	34,8	4,4	4,3	300	0,011
21	10	14	119,22	40	39,8	10,7	10,8	300	0,000
22	14	10	119,22	40	40,0	10,7	10,7	300	0,000

Lo stato modificato ha considerato l'accesso all'area nell'ora di punta del venerdì di 266 veicoli che comprende:

- i veicoli provenienti da Est (Cesena);
- i veicoli provenienti dalla SS9;
- i veicoli provenienti dalla via Emilia (da Forlimpopoli);
- i veicoli che attualmente escono dall'area d'intervento provenienti quindi da viale Unità d'Italia;

Nello specifico si è considerato che, essendo l'attività collocata su una grande direttrice urbana, buona parte dei 266 veicoli deriveranno dai veicoli che già attualmente percorrono la via Emilia; quindi solo una parte minore, indicativamente il 30%, si aggiungerà al traffico attuale e la provenienza prevalente sarà da Est. Si ipotizza infatti che, non essendoci una struttura di vendita alimentare/self-service né in località Panighina, né in località Capocolle buona parte degli utenti che tornano verso Forlì si fermeranno per comodità a fare acquisti o pranzare nella nuova area senza dover entrare nel centro abitato di Forlimpopoli.
La ripartizione del traffico nell'area d'intervento, riferita ad un arco temporale di 1 ora, è stata cosi definita:

Provenienza	**N° veicoli (% sul totale)**	**N° veicoli indotti (aggiunti a quelli transitanti allo stato attuale)**
da Cesena	133 (50%)	40
dalla SS9	53 (20%)	16
da Forlimpopoli	53 (20%)	16
da Viale Unità d'Italia	27 (10%)	8
	tot 266 (100%)	tot 80 (30%)

I flussi di traffico considerati nel progetto modificato vengono mostrati nella matrice O/D. Tale matrice è formata da elementi disposti su più righe e su più colonne per la descrizione sintetica degli spostamenti. Ogni casella della matrice, incrocio di una riga con una colonna, definisce il numero di spostamenti da uno specifico nodo di origine (O) ad uno specifico di destinazione (D). Si riporta di seguito la matrice O/D associata alla flotta veicolare 1 costituita prevalentemente da autovetture, sia allo stato attuale che allo stato modificato.

Tabella matrice O/D stato attuale FLOTTA 1

O/D	1	8	13	4	5
4	205	600	10	0	0
8	136	0	10	702	0
1	0	314	10	113	0
5	20	30	0	30	0
13	0	0	0	0	80

Tabella matrice O/D stato modificato FLOTTA 1

O/D	1	8	6	4	13	5	14
4	205	600	10	0	16	0	0
8	136	0	10	702	40	0	0
1	0	314	10	113	16	0	0
6	20	30	0	30	0	0	0
14	0	0	0	0	8	0	0
5	88	88	0	88	186	0	0
13	0	0	0	0	0	266	2

Si è ipotizzato inoltre che i 266 veicoli in uscita dal nuovo comparto si ridistribuiscano equamente sulle tre direzioni principali:

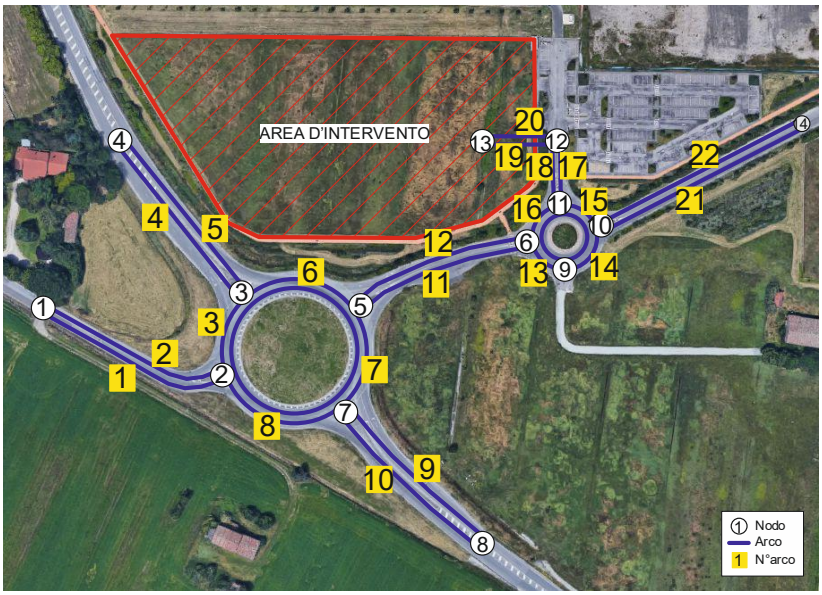
- 88 veicoli verso Cesena (Est);
- 88 veicoli verso il centro di Forlimpopoli (SudOvest);
- 88 veicoli verso la SS9 (NordOvest);

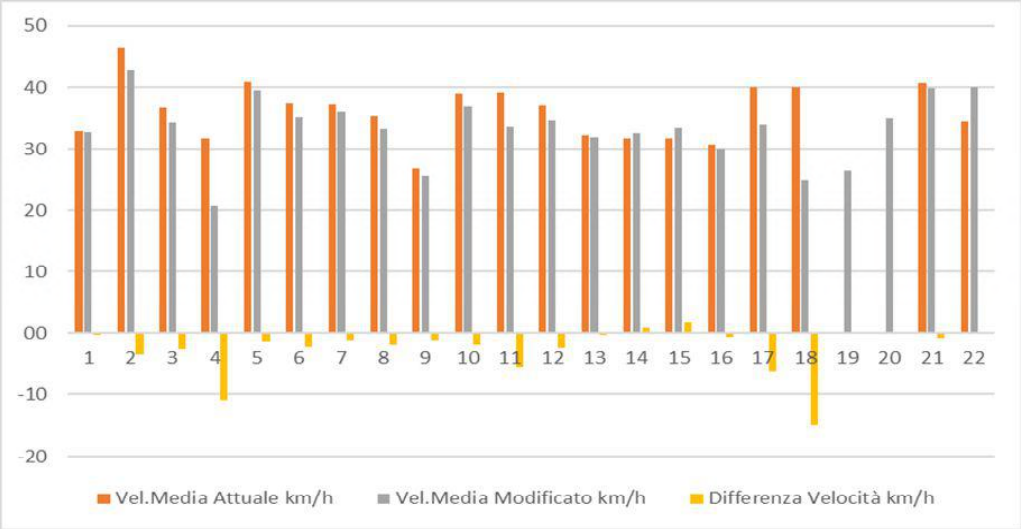
e solamente 2 veicoli imbocchino via dell'Unità d'Italia.

CONFRONTO STATO ATTUALE/STATO MODIFICATO

Il confronto tra le due situazioni è stato condotto sui valori di velocità media in ogni arco in quanto questo valore risulta utile per la definizione del livello di servizio che è il parametro più usato per stimare la scorrevolezza del traffico sulla strada esaminata. I risultati riferiti ad ogni arco (numerati come da disegno riportato nella successiva pagina), nella situazione più critica possibile, sono trascritti nella seguente tabella:

Arco	Nodo Iniziale	Nodo Finale	Vel.Media Attuale	Vel.Media Modificato	Confronto Velocità
[]	[]	[]	[km/h]	[km/h]	[km/h]
1	1	2	32,9	32,7	-0,2
2	2	1	46,4	42,8	-3,6
3	3	2	36,8	34,2	-2,6
4	4	3	31,7	21,8	-9,9
5	3	4	40,8	39,6	-1,3
6	5	3	37,5	35,1	-2,4
7	7	5	37,2	36,1	-1,1
8	2	7	35,2	33,2	-2,0
9	8	7	26,7	25,6	-1,1
10	7	8	39,0	37,0	-1,9
11	5	6	39,2	33,6	-5,6
12	6	5	37,2	34,6	-2,5
13	6	9	32,1	31,9	-0,3
14	9	10	31,7	32,6	0,9
15	10	11	31,7	33,4	1,8
16	11	6	30,7	30,0	-0,7
17	11	12	40,0	33,8	-6,2
18	12	11	40,0	24,9	-15,1
19*	13	12	/	26,5	*nuovo arco
20*	12	13	/	34,8	*nuovo arco
21	10	14 (13 attuale)	40,7	39,8	-0,9
22	14 (13 attuale)	10	40,0	40,0	0,0





Il confronto tra lo stato attuale e lo stato modificato, come mostra l'istogramma, ha rilevato come nel complesso le velocità medie rimangano più o meno le stesse escludendo l'arco 4 (dal nodo 4 al nodo 3) cioè i veicoli provenienti dalla SS9 verso Cesena e l'arco 11 (dall'arco 5 all'arco 6) in entrata al lotto d'intervento, i quali subiranno una diminuzione di velocità rispettivamente di circa 10 km/h e circa 6 km/h.

A questi si aggiungono gli archi 17-18 di accesso al comparto, che allo stato attuale sono utilizzati solamente dai residenti dell'abitazione a Nord.

Tali risultati erano facilmente prevedibili, in quanto, avendo considerato la situazione più critica possibile ossia un flusso indotto al nuovo comparto pari a 266 veicoli/h, in una situazione in cui il traffico è già medio-alto, è ragionevole che si creino rallentamenti.

Le code più lunghe sono state rilevate sugli archi antecedenti alla rotatoria, ossia l'arco 4 sulla SS9 e l'arco 9 sulla via Emilia, ma sono comunque contenute, nell'ordine di 2-4 veicoli.

CALCOLO DEI LIVELLI DI SERVIZIO

Al fine di descrivere in modo oggettivo gli scenari di valutazione analizzati, si considera inoltre il livello di servizio, detto LOS, in riferimento alle metodologie riportate nel "Highway Capacity Manual 2000", che rappresenta una misura qualitativa della circolazione offerta da una infrastruttura viaria. Il LOS permette infatti di stimare la fluidità del traffico sulla strada in questione, e si classifica in sei categorie:

- *LOS A*: rappresenta condizioni di flusso libero con totale assenza di condizionamenti tra i veicoli.
- *LOS B*: rappresenta condizioni di flusso con libertà di manovra leggermente condizionata ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico dei conducenti.
- *LOS C*: rappresenta condizioni di flusso con libertà di manovra condizionata, con cambi di corsia e sorpassi che richiedono notevole attenzione da parte dei conducenti.
- *LOS D*: rappresenta condizioni di flusso con libertà di manovra molto limitata e ridotto livello di comfort fisico e psicologico dei conducenti.
- *LOS E*: la libertà di manovra è molto limitata e il livello di comfort fisico e psicologico dei conducenti è scadente.
- LOS F: rappresenta le condizioni di flusso forzato con frequenti ed imprevedibili arresti della corrente veicolare, ossia con marcia a singhiozzo (stop and go).

Nel nostro caso abbiamo utilizzato la seguente tabella tratta dall'High Way Capacity Manual per poter calcolare il LOS dei tratti più rilevanti ai fini del nostro studio.

EXHIBIT 15-2. URBAN STREET LOS BY CLASS

Urban Street Class	I	II	III	IV
Range of free-flow speeds (FFS)	90 to 70 km/h	70 to 55 km/h	55 to 50 km/h	55 to 40 km/h
Typical FFS	80 km/h	65 km/h	55 km/h	45 km/h
LOS	Average Travel Speed (km/h)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56–72	> 46–59	> 39–50	> 32–41
C	> 40–56	> 33–46	> 28–39	> 23–32
D	> 32–40	> 26–33	> 22–28	> 18–23
E	> 26–32	> 21–26	> 17–22	> 14–18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

La via Emilia e la SS9 sono classificate entrambe in classe II mentre via dell'Unità d'Italia in classe III.

Arco	Nodo Iniziale	Nodo Finale	LOS Attuale	LOS Modificato	Confronto LOS
[]	[]	[]			
1	1	2	D	D	=
2	2	1	B	C	-
3	3	2	C	C	=
4	4	3	D	E	-
5	3	4	C	C	=
6	5	3	C	C	=
7	7	5	C	C	=
8	2	7	C	C	=
9	8	7	D	E	-
10	7	8	C	C	=
11	5	6	B	C	-
12	6	5	C	C	=
13	6	9	C	C	=
14	9	10	C	C	=
15	10	11	C	C	=
16	11	6	C	C	=
17	11	12	B	C	-
18	12	11	B	C	-
19*	13	12	/	D	/
20*	12	13	/	C	/
21	10	14(13 attuale)	B	B	=
22	14(13 attuale)	10	B	B	=

Dalla sovrastante tabella si nota che la rete viaria attuale nel suo complesso ha valori di LOS compresi tra B ed D. I tratti con LOS pari ad D sono quelli vicini alla rotatoria per ovvi motivi.
La nuova situazione produce un lieve peggioramento rispetto allo stato attuale aumentando il LOS di solo quattro archi principali (2, 4, 9, 11) di una categoria. Essendo questi quattro archi in arrivo o in uscita alla rotatoria proprio per la funzione di smaltimento omogeneo del traffico della stessa non si produrranno criticità. A questi si aggiungono gli archi 17-18 di accesso al comparto anch'essi in entrata/uscita da una rotatoria.
Si tenga sempre in considerazione il fatto che il modello rappresentato è il più cautelativo possibile e quindi in condizioni di flussi normali l'abbassamento di categoria dei livelli è sicuramente minore.

ANALISI DELLA SICUREZZA STRADALE

Un parametro importante di valutazione di una rete stradale è la sicurezza. Tale parametro dipende da molti fattori: errore umano, velocità del veicolo, guasto tecnico del veicolo, inadeguatezza dell'infrastruttura, cattiva manutenzione delle vie di corsa, traffico, eventi accidentali. In questo studio si valuta l'adeguatezza della rete stradale in tal senso.
Esistono tecniche per prevedere gli incidenti mediante la "tecnica dei conflitti" collegata alla capacità di registrare situazioni prossime all'incidente tra due componenti di traffico potenzialmente in conflitto ma che non si sono trasformate in veri e propri incidenti.

INDICATORI DI SICUREZZA STRADALE

La tecnica dei conflitti di traffico si basa sulla misura di variabili oggettive spaziali e/o temporali, dette *indicatori prossimali di sicurezza*, che descrivono le interazioni tra due utenti della strada coinvolti in un evento critico per la sicurezza.
Tra questi citiamo:

-Time to Collision (TTC): il tempo che, nelle diverse fasi del conflitto, occorrerebbe ad un veicolo per scontrarsi con l'altro utente della strada, se fosse mantenuta la velocità relativa corrente al punto dato. Quando è in corso un conflitto, il valore di TTC varia nel tempo, e la misura critica della severità di conflitto diventa quindi il minimo valore di TTC. Il limite è pari a 1,50 s (Van der Horst, 1991). La sua formulazione è la seguente:

$$TTC_f = \frac{d}{V_f - V_l}$$

Dove V_f è la velocità del veicolo in esame (following), V_l è quella del veicolo che sta di fronte (leader) e d la distanza fra i due veicoli.

- Deceleration Request Avoid Collision (DRAC): definita come la massima decelerazione richiesta per evitare l'impatto, ottenuta dalla fisica senza considerare gli attriti. Il limite è pari a 3,35 m/s^2 (Archer, 2005). La sua formulazione è la seguente:

$$DRAC_f = \frac{(V_f - V_l)^2}{2 * d}$$

Dove V_f è la velocità del veicolo in esame (following), V_l è quella del veicolo che sta di fronte (leader) e d la distanza fra i due veicoli.

- Conflitti: si definisce probabile conflitto tra veicoli quanto il valore dell'indicatore TTC è inferiore alla soglia 1,50 secondi e contemporaneamente la DRAC è superiore alla sua soglia 3,35 m/s^2.

Di seguito viene proposta l'analisi tramite alcuni di questi indicatori, DRAC e TTC, per la verifica di probabili conflitti nei principali archi della rete analizzata futura.
Tali valori vengono estratti dal report creato dal software Tritone.

Arco	Nodo Iniziale	Nodo Finale	DRAC	TTC
[]	[]	[]		
1	1	2	1,872	13,200
2	2	1	2,416	14,075
3	3	2	1,090	17,926
4	4	3	4,974	7,097
5	3	4	2,764	13,497
6	5	3	2,160	12,875
7	7	5	0,794	19,899
8	2	7	2,273	10,800
9	8	7	5,599	8,711
10	7	8	2,706	11,060
11	5	6	1,160	15,639
12	6	5	1,406	12,858
13	6	9	0,356	11,743
14	9	10	1,238	13,487
15	10	11	2,340	6,988
16	11	6	0,805	17,096
17	11	12	1,374	11,327
18	12	11	0,999	10,534
19*	13	12	1,204	9,306
20*	12	13	0,663	5,401
21	10	14(13 attuale)	0,031	31,532
22	14(13 attuale)	10	0,020	25,874

I risultati mostrano che solo due archi, che corrispondono rispettivamente all'arco 4 e all'arco 9 presentano valori di DRAC superiori al limite di 3,35 m/s^2. Tale superamento è giustificabile in quanto dovuto ai rallentamenti già prima esposti.
Per quel che riguarda i valori di TTC essi risultano tutti conformi, in quanto superiori al valore limite di 1,50 secondi.
In conclusione si può affermare che non sono stati rilevati probabili conflitti sulla rete.

A.P.R.I. ATTESTATO DI PROTEZIONE DEL RISCHIO DI INCIDENTI

A fine simulazione il software Tritone permette di calcolare il grado di sicurezza della rete stradale esaminata, calcolando le proporzioni di sicurezza di ogni singolo arco tramite le seguenti formule:

$$P_{DRAC} = 70 - 70 * \left(\frac{3{,}35 - DRAC_{mt}}{3{,}35}\right) = [\%]$$

$$P_{TTC} = 70 + 30 * \left(\frac{1{,}5 - TTC_{mt}}{1{,}5}\right) = [\%]$$

$$P_{CODA} = 100 * \frac{CODA_{mt}}{Lunghezza\ Arco} = [\%]$$

Se P >100 → P = 0 mentre se P < 0 → P = 0

Infine l'indice A.P.R.I. viene calcolato come:

$$APRI(T) = \frac{P_{DRAC} + P_{TTC} + P_{CODA}}{3} = [\%]$$

APRI > di	APRI <= di	Livello
0	23	A
23	46	B
46	70	C
70	85	D
85	100	E

In base alla percentuale di A.P.R.I. ottenuta si distinguono i livelli A, B, C, D, E con gradi di sicurezza decrescente.

I risultati ottenuti dalla nostra simulazione sono mostrati nella seguente tabella:

A.P.R.I.

A

DRAC

39%

TTC

0%

CODE

0,6%

A B C D E **A.P.R.I. = 13,2%**

Nodo Finale	Nodo Iniziale	P_{DRAC}	P_{TTC}	P_{CODE}	A.P.R.I.	Livello
1	2	39,3	0	0,4	13,2	A
2	1	47,9	0	0,1	16	A
3	2	21,3	0	0,1	7,1	A
4	3	82,2	0	4,9	29	B
3	4	51,1	0	0,5	17,2	A
5	3	51,8	0	0,8	17,5	A
7	5	20,5	0	0,1	6,9	A
2	7	53,8	0	0,8	18,2	A
8	7	96,5	0	3,9	33,5	B
7	8	68,8	0	0,5	23,1	B
5	6	25,2	0	0,1	8,4	A
6	5	38,6	0	0,1	12,9	A
6	9	6,7	0	0	2,2	A
9	10	83,6	0	0	27,9	B
10	11	33,3	0	0	11,1	A
11	6	14,4	0	0	4,8	A
11	12	30	0	0,6	10,2	A
12	11	28,8	0	0,1	9,6	A
13	12	20,7	0	0	6,9	A
12	13	44,2	0	0	14,7	A
10	14	0	0	0	0	A
14	10	0	0	0	0	A

I rettangoli nella barra di destra si colorano in funzione della propria scala di sicurezza. Inoltre più è alto il valore dell'indice, più la strada risulta pericolosa.

La maggior parte degli archi esaminati presenta un livello A.P.R.I. pari ad A che porta ad un livello A l'intera rete stradale.

CONCLUSIONI

Dai dati sopra riportati si evince che la realizzazione del nuovo comparto, con attività di vendita alimentare e non, dei parcheggi pertinenziali e del varco di accesso, potrà produrre sul tratto antistante la rotatoria sulla SS e sulla via Emilia Est lievi rallentamenti e code.
Nel complesso però tale peggioramento della fluidità del traffico rimane confinato a tali tratti di strada e la rete viaria esistente non risentirà in maniera rilevante del maggior flusso viario.
Si consideri che tutte le elaborazioni si sono basate su rilievi e ipotesi cautelative in quanto sono stati considerati gli scenari più critici e quindi in periodi di flusso ordinario non si avranno condizioni così diverse da quelle attuali.
Si può pertanto affermare che i flussi aggiuntivi ipotizzati risultano sovrastimati rispetto ai flussi effettivamente generati dall'apertura del nuovo insediamento commerciale; quindi la situazione futura simulata risulta essere la peggiore possibile, tutto a vantaggio di una maggiore sicurezza.
Per quel che riguarda i mezzi addetti al carico/scarico merci si è ipotizzato che essi seguiranno un percorso ben preciso ed in orari prestabiliti al di fuori degli orari di punta, in modo da non intralciare la normale circolazione degli utenti.
Da tutto ciò si deduce che l'intervento di progetto è compatibile con la rete viaria esistente.

Casadio Mario