

PROGETTO DI UN POLO SPORTIVO-TURISTICO-COMMERCIALE
A JESOLO (VELODROMO): ACCESSIBILITA' E ANALISI DELLA
COMPONENTE DI TRAFFICO VEICOLARE

Relazione generale



AREAengineering s.r.l.
Via G. dall'Armi 3/3 - 30027 San Donà di Piave (VE)
Tel.: 0421 65543 - Fax: 0421 308688
e-mail: area@areasrl.cc

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' CERTIFICATO DA DNV = ISO 9001 =

Ing. Michele Artusato

Novembre 2015	0	15-013R001S0_REL_GEN	PRIMA EMISSIONE	Urb. M. Fasan	Urb. M. Fasan	Ing. M. Artusato
DATA	REV.	NOME FILE	DESCRIZIONE DELLA MODIFICA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
SCALA:	-	FORMATO:	-	Elaborato n° R001		
DATA:	Novembre 2015	COD. COMMESSA:	15-013-S-136			

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	IL NUOVO POLO SPORTIVO-TURISTICO-COMMERCIALE	4
2.1	DOTAZIONE INFRASTRUTTURALE	5
2.2	ACCESSIBILITÀ E DIRETTRICI DI TRAFFICO	6
2.3	AUTOSTRADA DEL MARE	8
3.	I FLUSSI VEICOLARI LUNGO LE PRINCIPALI ARTERIE STRADALI DELL’AREA E LIVELLI DI SERVIZIO ATTUALI.....	9
3.1.	DATI SIRSE	9
3.2.	RILIEVI AREA ENGINEERING	10
3.3.	LOS (LIVELLI DI SERVIZIO) ATTUALI SULLA RETE DELL’AREA DI STUDIO	12
3.3.1.	LOS ATTUALI DELLE PRINCIPALI ASTE VIARIE	12
3.3.2.	LOS NODO VIA ADRIATICO – VIALE MEDITERRANEO	13
4.	IMPOSTAZIONE MOTODOLOGICA E SCENARI DI STUDIO	15
4.1.	IMPOSTAZIONE METODOLOGICA	15
5	LA PIATTAFORMA MODELLISTICA.....	16
5.1.	IL MODELLO DI DOMANDA	16
5.2.	IL MODELLO DI RETE.....	16
5.3.	CARATTERIZZAZIONE DEGL’ARCHI	17
5.4.	LA ZONIZZAZIONE FUNZIONALE	17
5.5.	LA CALIBRAZIONE	18
6.	BACINO D’UTENZA E FLUSSI INDOTTI.....	19
6.1	ANALISI DISTRIBUZIONE BACINO D’UTENZA SCENARIO CON EVENTO SPORTIVO	19
6.2	SCENARI DI STUDIO	20

6.3	CALCOLO DEI FLUSSI INDOTTI.....	20
6.3.1	CALCOLO DEI FLUSSI INDOTTI: METODO A	20
6.3.2	CALCOLO DEI FLUSSI INDOTTI: METODO B	21
6.4	DETERMINAZIONE ORA DI PUNTA E RIPARTIZIONE FLUSSI SULLA RETE	22
6.4.1	DETERMINAZIONE ORA DI PUNTA E RIPARTIZIONE FLUSSI SULLA RETE - SCENARIO 1	22
6.4.2	DETERMINAZIONE ORA DI PUNTA E RIPARTIZIONE FLUSSI SULLA RETE - SCENARIO 2.....	23
7	SCENARIO 1_EVENTO SPORTIVO INVERNALE: EFFETTI SULLA RETE VIARIA DELL’AREA DI STUDIO	25
7.1	SCENARIO 1: LOS - LIVELLI DI SERVIZIO DEI PRINCIPALI ASSI VIARI DELL’AREA	25
7.2	SCENARIO 1_EVENTO SPORTIVO INVERNALE: LOS - LIVELLI DI SERVIZIO DEI PRINCIPALI NODI VIARI DELL’AREA	25
7.2.1	SCENARIO 1_EVENTO SPORTIVO INVERNALE: VERIFICA ROTATORIA A (ESISTENTE) – NODO SR 43 – VIALE MEDITERRANEO	26
7.2.2	SCENARIO 1_EVENTO SPORTIVO INVERNALE: VERIFICA ROTATORIA B (IN PROGETTO) – VIA VECELLIO - NUOVA BRETELLA DI ACCESSO ALL’AREA	27
8	SCENARIO 2_CONCERTO ESTIVO: EFFETTI SULLA RETE VIARIA DELL’AREA DI STUDIO	32
8.1	SCENARIO 2_CONCERTO ESTIVO: LOS - LIVELLI DI SERVIZIO DEI PRINCIPALI ASSI VIARI DELL’AREA.....	32
8.2	SCENARIO 2_CONCERTO ESTIVO: LOS - LIVELLI DI SERVIZIO DEI PRINCIPALI NODI VIARI DELL’AREA.....	32
8.2.1	SCENARIO 2_CONCERTO ESTIVO: VERIFICA ROTATORIA A (ESISTENTE) – NODO SR 43 – VIALE MEDITERRANEO.....	32
8.2.2	SCENARIO 2_CONCERTO ESTIVO: VERIFICA ROTATORIA B (IN PROGETTO) – VIA VECELLIO - NUOVA BRETELLA DI ACCESSO ALL’AREA	34
9	VERIFICHE ACCESSIBILITA’ E DISPONIBILITA’ STALLI DI SOSTA	38
9.1	VERIFICA DELL’ACCESSIBILITÀ ALL’AREA DI PARCHEGGIO	38
9.2	VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ DEGLI STALLI DI SOSTA	39

10	ANALISI E VALUTAZIONI CONCLUSIVE	40
	APPENDICE A: DEFINIZIONI ED ELEMENTI DI TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE	42
	APPENDICE B: METODI DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ DEI SISTEMI ROTATORI.....	45
	METODO CETUR.....	45
	METODO SETRA.....	45

1. PREMESSA

Il presente rapporto costituisce il Traffic Impact Study, ovvero l'analisi dell'assetto viabilistico indotto dalla realizzazione del Palazzetto dello Sport di Jesolo, iniziativa pubblica-privata su proposta della società Fe.V.A sas.

L'ambito del progetto, il cui sviluppo territoriale complessivo è di circa 13 ha, si localizza nella parte periferica di Jesolo, al bivio tra Via Adriatico-SR 43 e via Piave vecchio.

L'intervento in parola prevede la realizzazione di un palazzo dello sport – velodromo, tecnologicamente avanzato, con annesse attività complementari quali: ristorazione, sala congressi, palestra, SPA - estetica, uffici / ambulatori per medicina sportiva ed una capienza di 5.186 posti a sedere e massima di 7.800.

Per tipologia e dimensioni, il velodromo di Jesolo sarà il primo in Italia di categoria internazionale ed in grado di ospitare eventi di primaria importanza quali gare europee e mondiali.

Il presente studio ha assunto quale base di partenza, per caratterizzare la situazione attuale in termini trasportistici, il quadro conoscitivo risultante dall'ampio database di rilievi del traffico disponibile presso la Regione Veneto ed in particolare per la provincia di Venezia, integrato dalla scrivente fruendo dei dati derivanti dai pregressi studi sviluppati da Area Engineering srl nell'area Jesolona.

L'orizzonte temporale definito per il presente studio è riferito all'anno 2020, in quanto si presume che a tale orizzonte temporale le opere urbanistiche e infrastrutturali previste siano completate. Sono stati valutati due distinti scenari ipotizzando i seguenti eventi:

- Scenario 1: evento sportivo tra Ottobre e Maggio;
- Scenario 2: evento concertistico tra Giugno e Settembre.

L'analisi trasportistica effettuata è basata su un modello matematico di assegnazione del traffico veicolare che simula le scelte dell'utente in base all'offerta della rete viaria, e la dimensione della piattaforma modellistica è rappresentata dall'intera Regione Veneto, anche in relazione all'ampio bacino d'utenza che le opere in parola possono potenzialmente attrarre.

Nel dettaglio, il presente rapporto ha il fine di determinare e quantificare le componenti di mobilità indotte dalla realizzazione delle opere ricettive-ricreative di progetto e verificare la capacità di deflusso degli archi e dei nodi più prossimi e funzionali all'accessibilità della struttura in parola.

Lo studio si articola nelle seguenti fasi.

Fase 1 - Determinazione preliminare delle componenti di viabilità attuali che interessano le principali aste viarie di connessione al futuro comparto, e in particolare la SR 43 a nord e a sud del nodo con Viale Mediterraneo, Viale Mediterraneo e via Vecellio ove si attesta la bretella di ingresso ed uscita dall'impianto in progetto, aste viarie site in Comune di Jesolo;

Fase 2 - Stima del traffico indotto dalle opere in progetto, traffico che sommato all'esistente, consente di disporre di una previsione complessiva del traffico veicolare che interesserà la rete viaria e gli accessi al comparto in progetto nei due scenari di analisi ipotizzati;

Fase 3 – Implementazione di uno specifico modello matematico di assegnazione del traffico veicolare che consente di stimare la distribuzione dei flussi veicolari indotti ed esistenti, e valutare quali nodi ed archi della rete, esistente e in progetto, saranno maggiormente interessati da valori di traffico significativi nei due scenari in esame.

Fase 4 – Verifiche tecniche degli elementi della rete esistente e di progetto che saranno interessati da un maggior flusso di traffico. Valutazione del relativo livello di deflusso e capacità residuale nelle ore di massimo carico della rete.

In sintesi, il presente documento è articolato nelle seguenti fasi:

- a) Inquadramento e descrizione del Polo sportivo-turistico in progetto;
- b) Inquadramento del sistema infrastrutturale esistente e di progetto;
- c) Analisi dei flussi di traffico attuali sulla rete e sui nodi prossimi dell'area di analisi e valori del livello di servizio (LOS) riferiti agli intervalli orari che saranno presi a riferimento dell'analisi;
- d) Determinazione della consistenza e della distribuzione dei flussi attratti/generati dalle strutture in progetto;
- e) Implementazione di un modello matematico di assegnazione del traffico veicolare e analisi della distribuzione dei flussi viari sulla rete dell'area in 2 distinti scenari di studio;
- f) Verifica della capacità residua della rete e calcolo dei livelli di servizio attesi sulla viabilità e sui nodi esistenti;
- g) Analisi e considerazioni conclusive.

2. IL NUOVO POLO SPORTIVO-TURISTICO-COMMERCIALE

L'ampio comparto urbanistico in progetto si colloca in Comune di Jesolo, ed è localizzato nella parte periferica ad ovest del centro urbano e a nord del bivio tra Via Adriatico-SR 43 e via Piave vecchio. Gli elementi insediativi più prossimi all'ambito di intervento sono costituiti dalle abitazioni site in località Jesolo Paese, area che si localizza immediatamente a est, mentre ad ovest sono presenti ampi spazi agricoli. L'area di intervento è delimitata a sud dall'asse della SR 43, ad ovest da seminativi, ad est da via Vecellio e a nord dal canale consortile Terzo.



Immagine 2.1: Localizzazione area di studio

L'intervento in parola si colloca, in una posizione facilmente raggiungibile dall'autostrada A4 Torino Trieste e dall'aeroporto Marco Polo di Venezia, fruendo della SR 43. La sua collocazione a margine della grande rotatoria in zona scarsamente abitata, risulta meno invasiva per la popolazione residente e nei pressi dell'ambito di intervento vi sono anche gli impianti sportivi comunali.



Immagine 2.2: Inquadramento area di intervento



Immagine 2.3: Inquadramento rete viaria dell'area e toponomastica

L'ambito di intervento ha una superficie di circa 126.412 mq ove in posizione centrale, è prevista la costruzione del Velodromo correlato al suo sistema di viabilità, parcheggi, standards, spazi verdi, percorsi pedonali e ciclabili.

Il progetto prevede l'insediamento di una struttura polisportiva di superficie coperta mq 12.870 con due annessi padiglioni per complessivi mq 720 adibiti alle attività complementari dell' impianto sportivo (ristorante e sala congressi).

La grande struttura sportiva sarà costituita da una pista in pino siberiano ad anello nell'area centrale, lunga 250 metri, per l'attività del ciclismo su pista, gli allenamenti e i grandi eventi sportivi del ciclismo. All'interno dell'anello saranno ricavati degli spazi per altre discipline sportive.

Il velodromo di Jesolo prevede una capienza di 5.186 spettatori seduti e può ospitare al suo interno fino a 7.800 persone, oltre al personale addetto all'impianto ed alle manifestazioni in gara.

Le volumetrie sviluppate sono importanti: il velodromo ha una altezza massima di 28 metri. Per ridurre visivamente l'impatto dell'edificio sono previsti dei parziali rinterrì in corrispondenza del fronte principale dell'edificio. Inoltre la sede stradale attuale è circa metri 2.80 sopra elevata rispetto al piano di campagna, quindi l'edificio assume una più moderata evidenza.

Nel dettaglio il volume è suddiviso in cinque livelli interni. Al centro dell'edificio è stato progettato lo spazio sportivo con l'anello della pista in legno che marca la divisione tra gli spalti ed il parterre. Nella parte interna all'anello si possono sviluppare i campi delle altre discipline sportive (basket, volley, calcetto, atletica leggera, ecc.) e gli eventi fieristici o di spettacolo in genere.



Immagine 2.4: Render ambito di progetto

2.1 **Dotazione Infrastrutturale**

L'area è ubicata in via Adriatico, in prossimità della rotatoria del centro commerciale “I Giardini di Jesolo”.

- Per garantire un'adeguata accessibilità sono state previste le seguenti nuove opere infrastrutturali:
- Realizzazione di una nuova bretella a unico senso di marcia in direzione dell'impianto finalizzata a garantire un accesso diretto alla struttura direttamente dal nodo tra la SR n. 43 e Viale Mediterraneo. La bretella ha uno sviluppo di 375 m, larghezza complessiva del piano viario pari a 6 metri ed è composta da 2 rampe con pendenza massima del 7% su rilevato e da un viadotto con luce pari a 30 m e altezza libera di 5,50 metri rispetto all'attuale piano viario di viale Mediterraneo nel punto in cui la bretella lo scavalca. Il viadotto è prolungato oltre la larghezza dell'attuale sede stradale per permettere la continuità ed il passaggio dei mezzi per la conduzione dei fondi agricoli;
 - Realizzazione di una rotatoria a 4 rami, uno dei quali ad un solo ingresso, tra la nuova bretella e via Vecellio. Le specifiche geometriche del sistema sono le seguenti:

○ Raggio esterno	20,00 m
○ Raggio interno isola centrale	12,00 m
○ Larghezza corsia anello centrale	7,00 m
○ N. corsie corona	1
○ N. corsie inserimento	1
○ N. di rami della rotatoria	4

La rotatoria è posta sulla quota dell'attuale piano viabile con una pendenza della corona giratoria del 2,5% verso.
 - Realizzazione di un ponte di prima categoria sul canale Terzo. Il ponte rappresenta l'accesso alle aree di sosta delle strutture in progetto, ha luce pari a 38 m e una sezione stradale di 10 metri con un percorso pedonale posto su entrambi i lati di larghezza pari a 1,5 m. L'intradosso del manufatto sarà posto a una quota tale da non interferire con il franco di sicurezza idraulico del Canale sottostante.

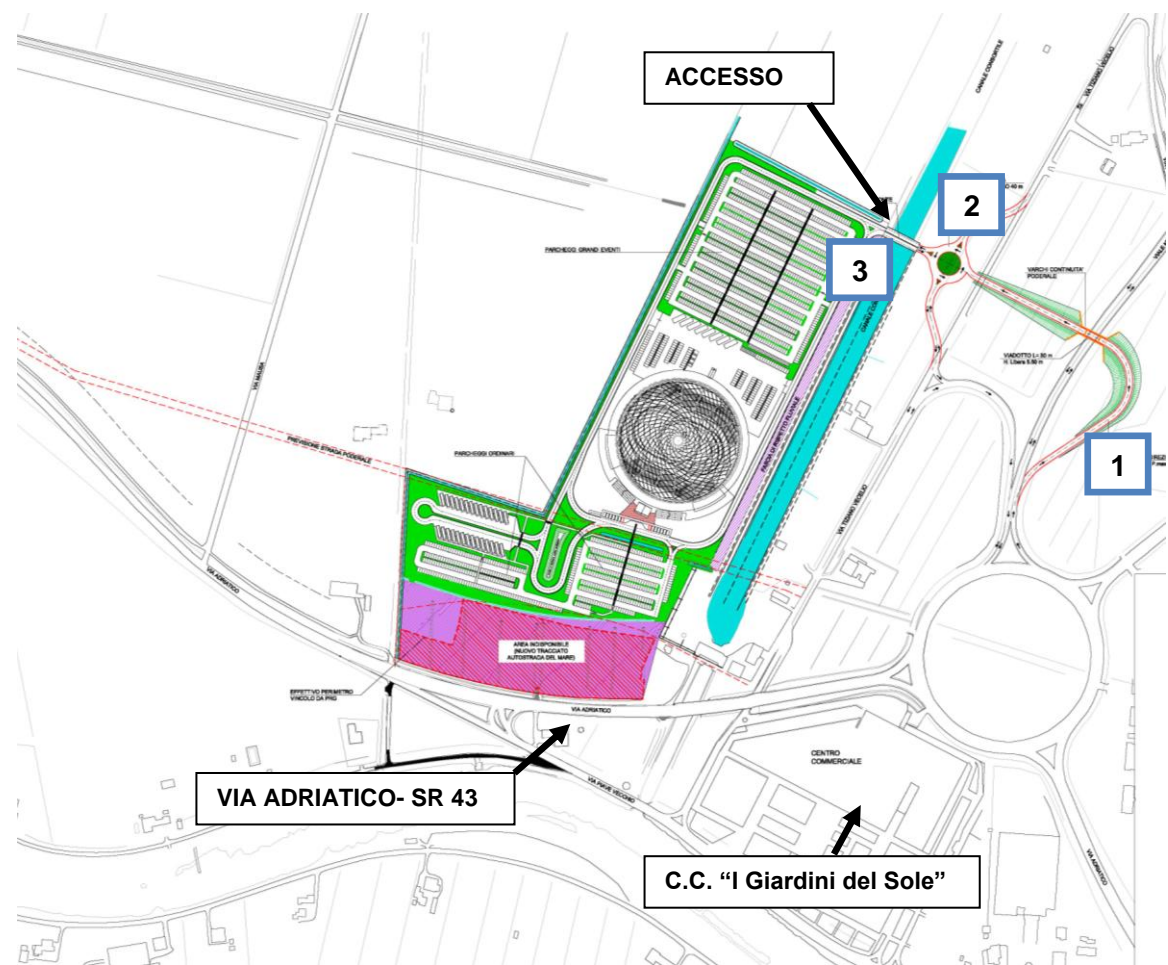


Immagine 2.5: Inquadramento opere viarie di accesso al Velodromo

2.2 Accessibilità e direttrici di traffico

Lo schema infrastrutturale descritto consente di definire la struttura degli accessi funzionali al comparto in progetto.
 Di fatto le strutture in progetto prevedono un unico accesso localizzato sul lato nord-est del comparto, che sarà direttamente connesso con via Vecellio e quindi all'ampia rotatoria che gestisce il nodo tra la SR 43 Treviso Mare e Viale Mediterraneo, e la viabilità in progetto.

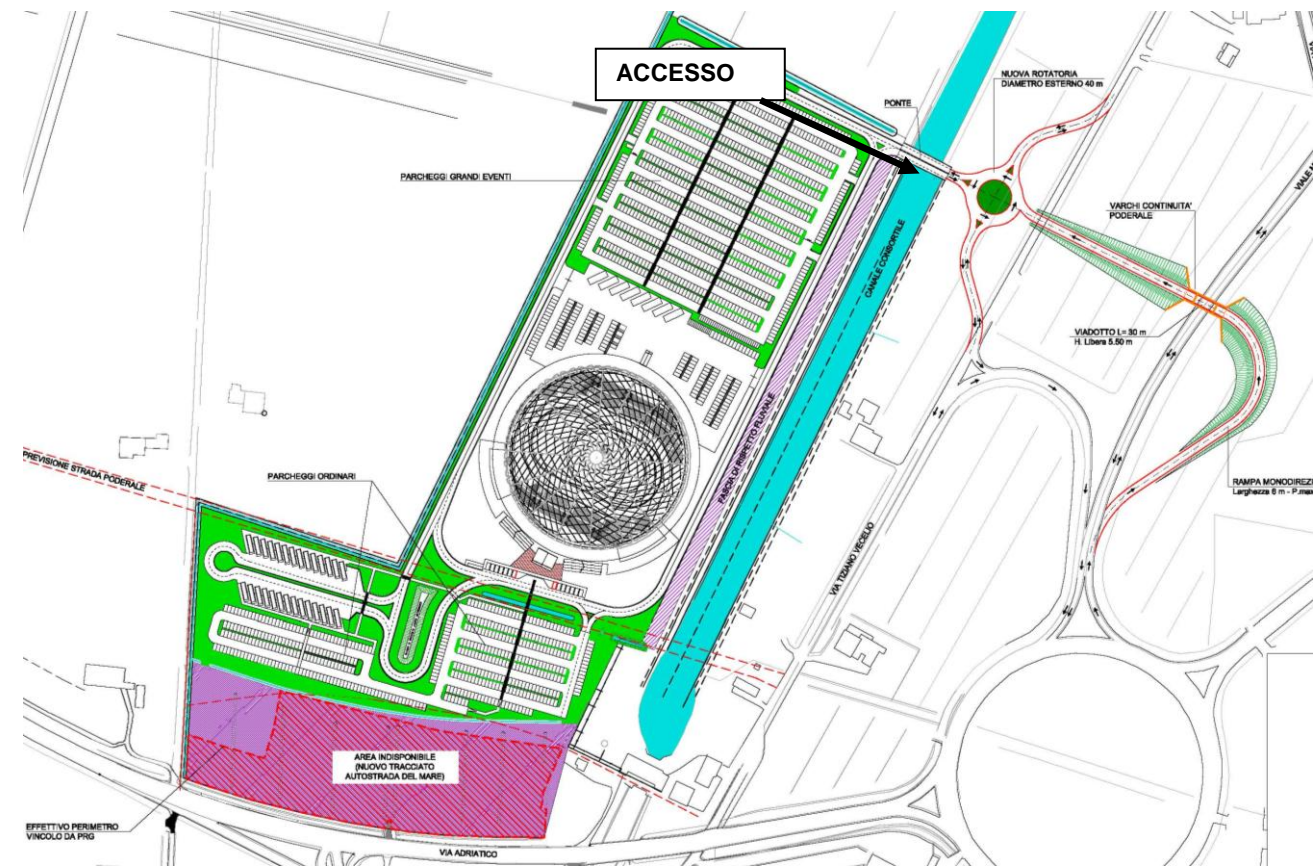


Immagine 2.6 : Inquadramento opere Velodromo di Jesolo - ACCESSIBILITA' – individuazione accesso

I principali itinerari di accesso all’articolato comparto in progetto sono i seguenti:

- **Il primo** è relativo alle provenienze da Jesolo e la fascia balneare che percorrendo l’asse della SP 42 si attestano sull’ampia rotatoria tra la SR 43 e Viale Mediterraneo;

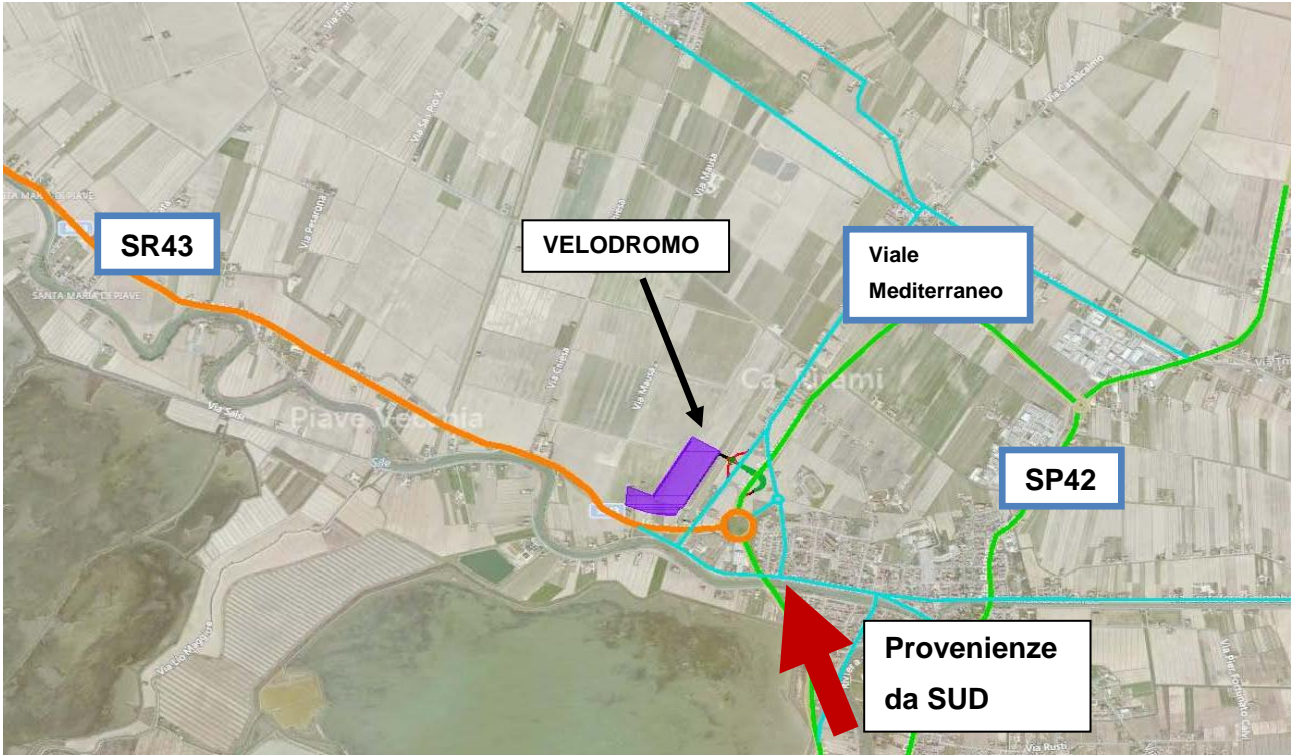


Immagine 2.7: Definizione itinerari di accessi viabilistici – Provenienze da SUD

- **Il secondo**, da nord-ovest, quindi per le provenienze dal sistema Autostradale sovraordinato o dai bacini d’utenza dell’area Trevisana e Veneziana, che percorrono la SR 43 e arrivano fino alla rotatoria con Viale Mediterraneo, ove si localizza la bretella di accesso al Velodromo.

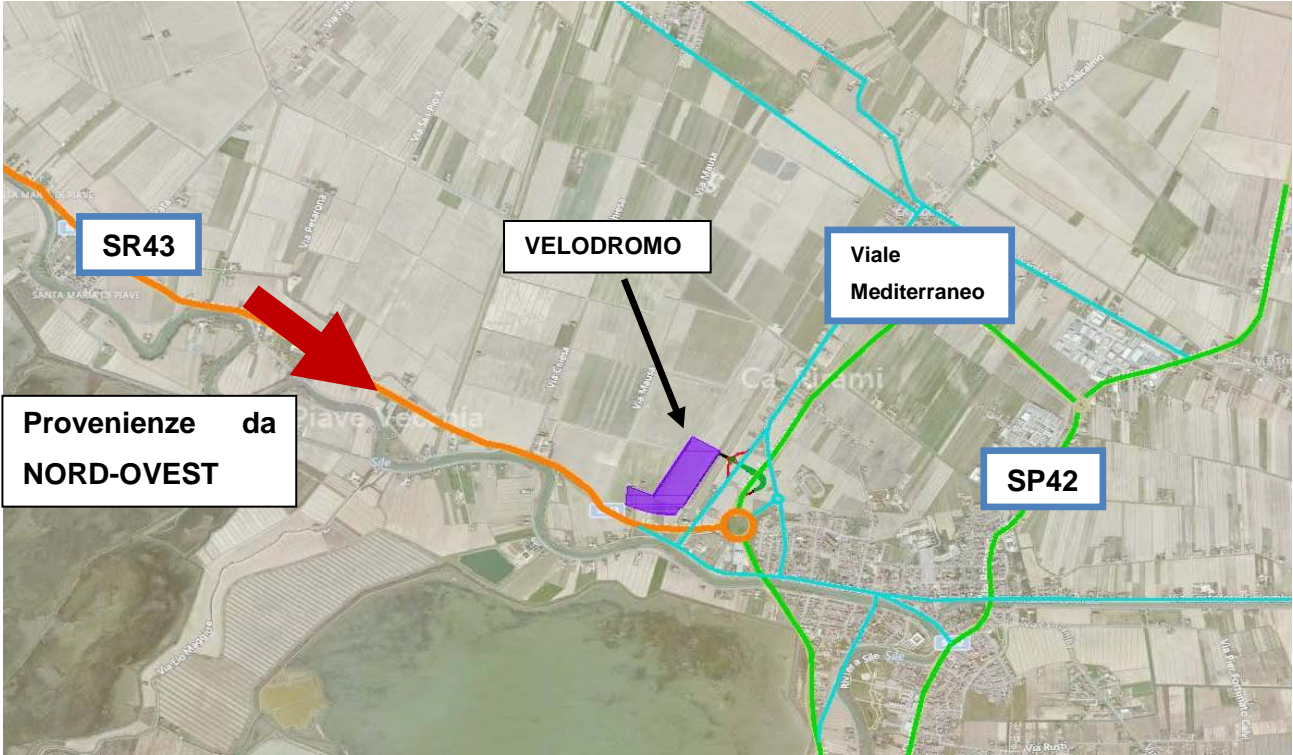


Immagine 2.8: Definizione itinerari di accessi viabilistici – Provenienze da NORD-OVEST

- **Il terzo**, per le provenienze da nord e nord-est, quindi dall'area di San Donà di Piave e dall'uscita autostradale di Noventa di Piave, dal comune limitrofo di Eraclea e dai bacini d'utenza di Portogruaro, che convergono sulla SP 47 e via Pirami, per attestarsi da nord sulla nuova rotatoria che rappresenta l'accesso al Velodromo.

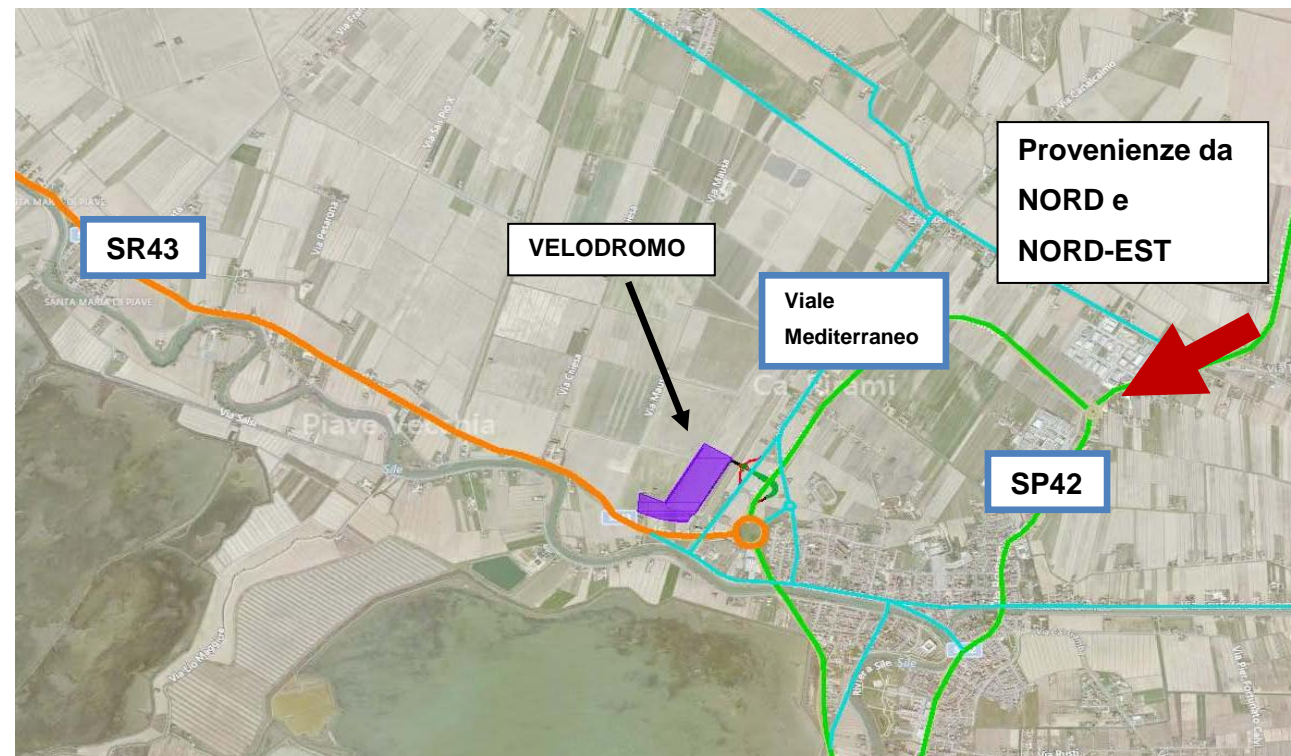


Immagine 2.9: Definizione itinerari di accessi viabilistici – Provenienze da NORD-EST

Nel complesso l'ampio bacino d'utenza potenziale del comparto in progetto tenderà ad impegnare i tre principali itinerari descritti che convergono sull'area di studio, in particolare fruendo dell'asse della SR 43, via Mediterraneo e via Pirami.

I differenti itinerari andranno a confluire sulla rotatoria di via Adriatico - via Mediterraneo e sulla nuova rotatoria che consentirà l'accesso all'area da via Mediterraneo o via Pirami.

Pertanto i nodi maggiormente interessati dai flussi veicolari in accesso/uscita dall'area saranno la rotatoria esistente di via Adriatico – via Mediterraneo e la nuova intersezione tra via Vecellio e la bretella di via Mediterraneo.

2.3 Autostrada del mare

Il progetto tiene conto dell'ipotesi di project financing definita autostrada “del mare” che prevede il quadruplicamento dell'attuale SR43.

La localizzazione del progetto rimane al di fuori del quadro vincolistico definito dalla prevista infrastruttura, così la viabilità di accesso specifica per il velodromo è indipendente dalla realizzazione della viabilità di project financing.

3. I FLUSSI VEICOLARI LUNGO LE PRINCIPALI ARTERIE STRADALI DELL'AREA E LIVELLI DI SERVIZIO ATTUALI

Al fine di caratterizzare le dinamiche di mobilità che interessano la rete viaria di adduzione alla struttura in progetto si fa riferimento alle seguenti fonti:

- 1. dati SIRSE su base annua (provincia di Venezia e Treviso), relativi al periodo 2006-2012;
- 2. rilievi del traffico veicolare effettuati dalla scrivente Area Engineering srl nell'anno 2006-2013 relativi alle principali aste di adduzione all'area in esame.

La domanda di spostamento, in termini di origine e destinazione dei flussi, è stata elaborata sulla base dei dati forniti dal censimento della Popolazione ISTAT 2001 in merito agli spostamenti delle persone, ed integrata con indagini dirette, rese disponibili anche dalla Regione Veneto, condotte negli studi propedeutici all'attivazione del SFMR (2000-2003 – Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale) ed alla redazione del Piano Regionale dei Trasporti (novembre 2004), dal SIMPT (Sistema Informativo per il Monitoraggio e la Pianificazione dei Trasporti) nonché, per gli elementi autostradali dai seguenti enti: Autostrade per l'Italia S.p.A., Autostrada PD-BS, Autovie Venete Spa, Autostrada PDVE, nonché per gli studi propedeutici alla superstrada del Mare..

Il quadro della mobilità raccolto ha consentito, nel proseguo dell'analisi, di calibrare il modello matematico di simulazione utilizzato per la verifica funzionale e di capacità degli archi e nodi viari esistenti ed in progetto, in ragione dei futuri flussi veicolari indotti dalle opere urbanistiche in progetto, che andranno a sommarsi agli attuali livelli di traffico.

3.1. Dati SIRSE

La provincia di Venezia rileva sistematicamente i flussi veicolari lungo i principali assi viari di competenza, per un totale di 35 sezioni di rilievo. I dati disponibili riportano il valore medio dei flussi veicolari (veicoli/24h) nei giorni feriali, al sabato e nei festivi, per i 12 mesi dell'anno. Di seguito si riportano i punti di rilievi e i dati del SIRSE relativi alle sezioni funzionali alla determinazione dei livelli di carico veicolare sulla rete nelle diverse stagionalità studiate.

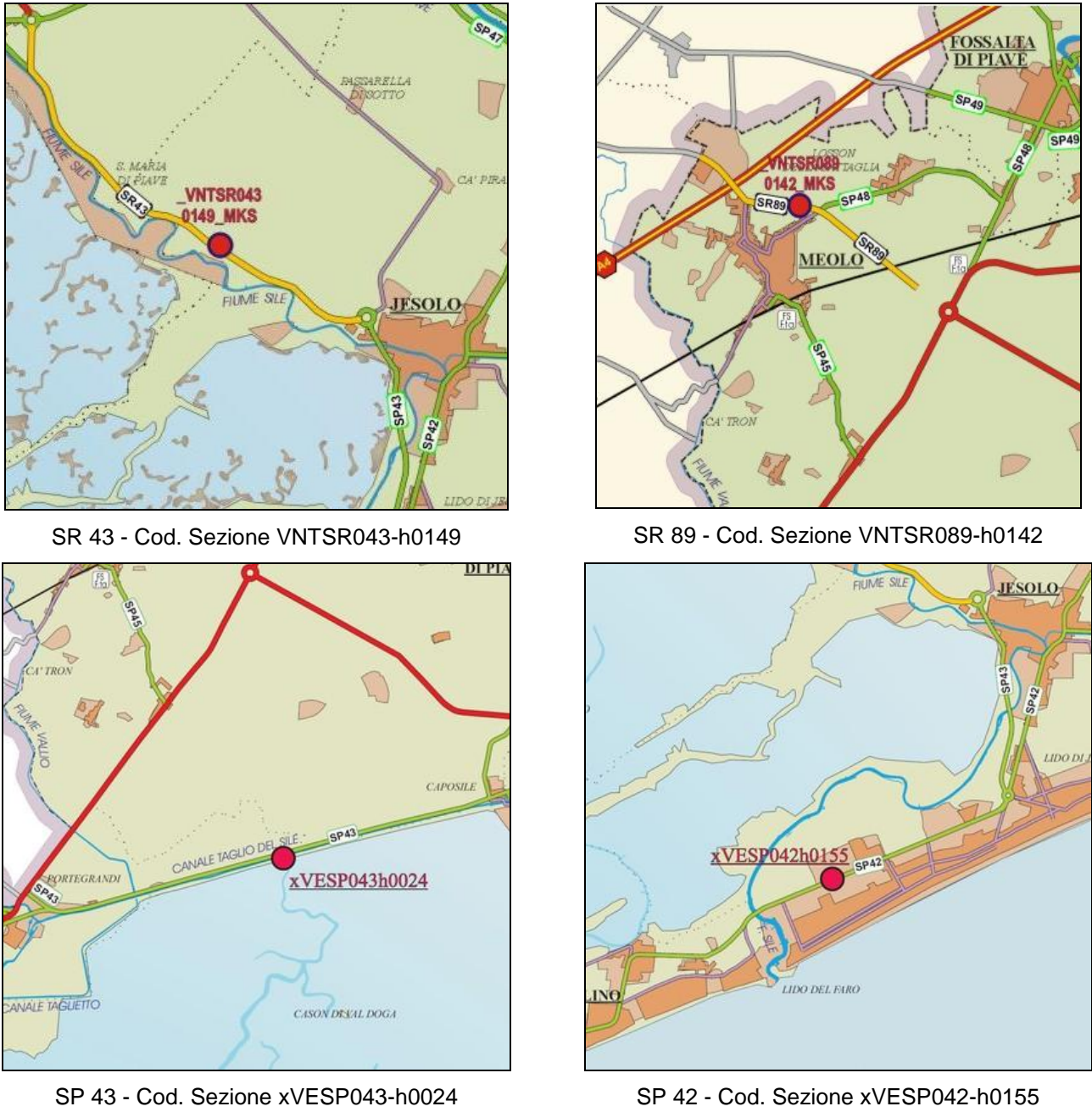


Immagine 3.1: Localizzazione sezioni di rilievo SIRSE Provincia di Venezia

TGM - TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO PER I GIORNI: FERIALE, SABATO E DOMENICA						
ANNI 2005-2009 – ASTE VIARIE: SR 43 E SR 89 “Treviso Mare”, SP 43 e SP 42 –						
fonte dati: Provincia di Venezia						
FERIALE						
SEZIONI STRADALI	Gen - Feb	Mar - Apr	Mag - Giu	Lug - Ago	Set - Ott	Nov - Dic
SR 89 Treviso Mare	11.814	13.178	17.153	11.741	14.648	11.776
SR 43 “ del Mare”	12.115	15.540	25.762	31.179	16.258	11.713
Sp 43 Portegrandi- Jesolo	7.367	9.459	15.399	22.501	10.390	7.563
Sp 42 Ponte di Cavallino	10.492	11.477	18.753	25.709	13.735	10.510
SABATO E DOMENICA						
SEZIONI STRADALI	Gen - Feb	Mar - Apr	Mag - Giu	Lug - Ago	Set - Ott	Nov - Dic
SR 89 Treviso Mare	11.858	15.191	22.544	13.618	15.533	11.343
SR 43 “ del Mare”	14.225	22.943	ND	45.137*	21.298	12.688
Sp 43 Portegrandi- Jesolo	8.250	13.220	22.103	25.770	13.142	7.827
Sp 42 Ponte di Cavallino	9.843	12.198	21.673	26.844	14.363	9.493

3.2. Rilievi Area Engineering

I dati riportati sono stati ricavati da conteggi automobilistici effettuati 24 ore su 24 per un minimo di 3 giorni ad un massimo di 10 giorni nei mesi di **Luglio e Agosto 2006**, utilizzando dispositivi elettronici di conteggio automatico nell’ambito di un’indagine di traffico interessante la viabilità del Litorale del Veneto Orientale realizzato per conto della Regione Veneto.



Immagine 3.2: Localizzazione e numerazione sezioni di rilievo del traffico veicolare

Si riportano le posizioni delle sezioni di conteggio più prossime dell’area del Velodromo:

Sezione monodirezionale	Localizzazione strumenti automatici di conteggio	Direzione
01	SP 43 al Km 5+100	Jesolo
02	SP 43 al Km 5+100	Loc.Portegrandi
03	SR 43 al Km 12+000	Caposile
04	SR 43 al Km 12+000	Jesolo

05	SP 42 al Km 22+800	Eraclea
06	SP 42 al Km 22+800	Jesolo
07	SP 47 al Km 8+000	Musile di Piave
08	SP 47 al Km 8+000	Eraclea
09	SP 52 al Km 10+000	S.Donà di Piave
10	SP 52 al Km 10+000	Eraclea

Tabella riassuntiva sezioni di conteggio più prossime all'area del Velodromo

Dall'osservazione dei macro dati disponibili si evince che le aste di accesso a Jesolo (SR 43 e SP 42: sezioni 03, 04, 05, 06) sono interessate da un volume complessivo di oltre 4.000 veicoli/h nelle ore di massimo carico (mattinale e serale) e che solo per la SR 43 Caposile – Jesolo la media dei flussi veicolari settimanali è di oltre 2.450 veicoli/h nei mesi di luglio e agosto, con punte nei fine settimana di circa 2.800 veicoli/h (dati riferiti alla somma delle due direzioni di marcia).

Le tabelle seguenti sintetizzano rispettivamente i valori dei flussi veicolari nell'ora di punta ed i flussi veicolari medi nelle 24 ore sulla rete viaria in esame.

Flussi veicolari nell'ora di punta della mattina e della sera (periodo Luglio e Agosto)

		infrasettimanale		Sabato		domenica	
sezione	Direzione	mattina	sera	mattina	Sera	mattina	sera
Sez.01	Jesolo	922	1203	970	1048	1216	456
Sez.02	Portegrandi	498	826	736	1135	536	1664
SP43	-	1420	2029	1706	2183	1752	2120
Sez.03	Caposile	817	1185	1093	1452	783	1955
Sez.04	Jesolo	1219	1568	1337	1344	1288	656
SR43	-	2036	2753	2430	2796	2071	2611
Sez.05	Eraclea	553	650	552	580	297	613
Sez.06	Jesolo	631	713	407	664	478	396
SP42	-	1184	1363	959	1244	775	1009
KM22+800							
Sez.07	S.Donà di P.	151	352	240	542	155	859
Sez.08	Eraclea	286	428	699	312	640	120
SP47	-	437	780	939	854	795	979
Sez.09	S.Donà di P.	490	304	397	454	321	604
Sez.10	Eraclea	356	637	523	558	563	373
SP52	-	846	941	920	1012	884	977

Flussi veicolari medi per sezione di indagine nelle 24h (periodo Luglio e Agosto)

sezione	sezione di conteggio	traffico giornaliero medio 24 h
SP43	sezione 01-sezione 02	26.214
SR43 – Via Adriatico	sezione 03-sezione 04	37.257
SP42-KM22	sezione 05-sezione 06	21.510
SP47	sezione 07-sezione 08	9.848
SP52	sezione 09-sezione 10	14.761

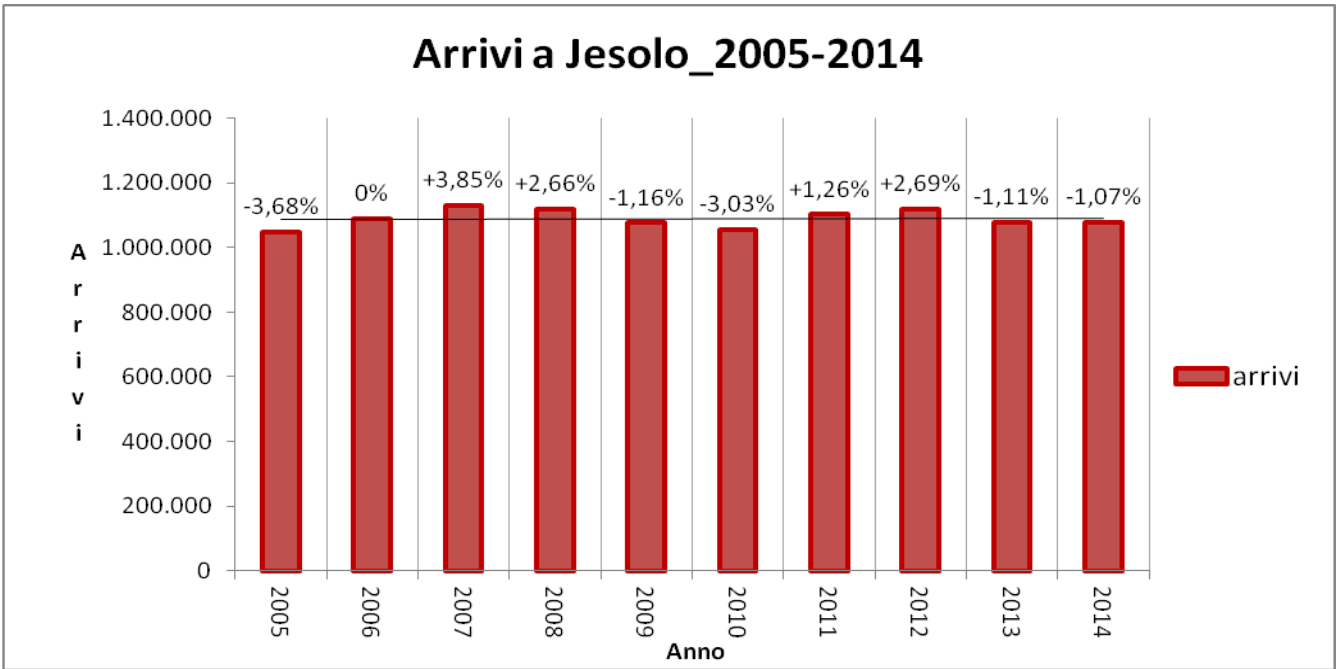
Al fine di verificare l'opportunità di prendere a riferimento i dati di traffico relativi all'anno 2006, si è valutato l'andamento degli arrivi a Jesolo negli ultimi 10 anni, andamento che rispecchia quello del traffico veicolare.

I dati SIRT-Veneto (Sistema Informativo Regionale Turistico) illustrati nel grafico seguente mostrano come gli arrivi nella località turistica negli ultimi anni (2013-2014) siano leggermente inferiori a quelli registrati nel 2006.

Pertanto si ritiene che i dati relativi all'anno 2006 approssimino forse con leggero eccesso e a favore di sicurezza il valore del traffico veicolare nell'anno corrente.

Dati SIRT: arrivi turistici a Jesolo (2005-2014)

Anno	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Arrivi	1.048.624	1.088.645	1.130.606	1.117.601	1.075.977	1.055.643	1.102.308	1.117.963	1.076.588	1.076.968
Variazione % (rispetto al 2006)	-3,68%	0,00%	+3,85%	+2,66%	-1,16%	-3,03%	+1,26%	+2,69%	-1,11%	-1,07%



3.3. LOS (Livelli di servizio) attuali sulla rete dell'area di studio

In base ai dati raccolti si riportano di seguito i risultati relativi alla stima dei LOS (livelli di servizio) riferiti alle principali aste viarie dell'area di studio, oltre che al nodo tra via Adriatico e viale Mediterraneo (rotatoria esistente).

3.3.1. LOS attuali delle principali aste viarie

In generale, per *livello di servizio di un'asta viaria* si definisce la misura dell'attitudine di una strada a smaltire il traffico veicolare. I livelli di servizio, indicati con lettere tra A ed F, schematizzano tutte le possibili condizioni di circolazione: il livello A rappresenta le condizioni operative migliori, il livello F quelle peggiori. Intuitivamente, i vari livelli di servizio definiscono i seguenti stati di circolazione:

- livello A: circolazione libera. Ogni veicolo si muove senza alcun vincolo e in libertà assoluta di manovra entro la corrente di appartenenza: massimo comfort, flusso stabile;
- livello B: circolazione ancora libera, ma con modesta riduzione della velocità. Le manovre cominciano a risentire della presenza di altri utenti: comfort accettabile, flusso stabile;
- livello C: la presenza di altri veicoli determina vincoli sempre maggiori sulla velocità desiderata e la libertà di manovra. Si hanno riduzioni di comfort, anche se il flusso è ancora stabile;
- livello D: il campo di scelta della velocità e la libertà di manovra si riducono. Si ha elevata densità veicolare nel tratto stradale considerato se insorgono problemi di disturbo: si abbassa il comfort ed il flusso può divenire instabile;
- livello E: il flusso si avvicina al limite della capacità compatibile e si riducono velocità e libertà di manovra. Il flusso diviene instabile (anche modeste perturbazioni possono causare fenomeni di congestione),
- livello F: flusso forzato. Il volume si abbassa insieme alla velocità e si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino alla paralisi.

Per una più esaustiva trattazione sul concetto di LOS e relative modalità di calcolo si rimanda all'appendice A.

Ai fini del presente studio di traffico si sono calcolati i LOS (livelli di servizio) delle quattro aste viarie che convergono nella rotatoria tra la SR43 e Viale Mediterraneo, in quanto queste sono le principali arterie che verranno caricate dai flussi attratti/generati dalla struttura in progetto.

La localizzazione delle sezioni è illustrata in figura:



Immagine 3.3: localizzazione delle sezioni

Dal momento che i flussi veicolari che interessano la rete viaria dell'area in analisi sono caratterizzati da forte stagionalità, ovvero non assumono valori costanti nei vari mesi di un anno ma sono più intensi nel periodo della stagione turistico-balneare, sono di seguito pertanto analizzati i livelli di servizio delle quattro aste viarie in due differenti periodi dell'anno:

- Bassa stagione (ottobre-maggio) con particolare riferimento al mese di maggio, caratterizzato dai maggiori valori di flusso veicolare del periodo invernale e rappresenta quindi la configurazione peggiore su cui verificare gli effetti di un evento "sportivo invernale";
- Alta stagione (giugno-settembre) con particolare riferimento ai mesi di luglio e agosto.

3.3.1.1. **LOS attuali delle principali aste viarie – Periodo con evento sportivo**

I flussi nell’ora di punta del mese di Maggio, nel quale si verificano i valori di traffico più rilevanti ai fini della presente, stimati sulla base dei flussi giornalieri disponibili e dal modello di simulazione del traffico veicolare implementato, sono sintetizzati nella seguente tabella:

Livelli di servizio – Stato di fatto – Fine settimana – ora di punta della mattina della rete		
Sezione / Postazione	Flussi veicolari orari misurati	LOS Corrispondente
Sezione 1 – SR 43 via Adriatico nord	1.809	C
Sezione 2 – SR 43 via Adriatico sud	1.245	B
Sezione 3	216	A
Sezione 4 – viale Mediterraneo	152	A

I dati evidenziano un buon livello di deflusso sulla rete nell’ora di punta nel periodo in esame, ed un LOS complessivo pari a B. Tali dati saranno presi a riferimento nell’elaborazione dello scenario di studio n.1, corrispondente allo svolgersi di un evento sportivo nella struttura del Velodromo nel periodo ottobre-maggio.

3.3.1.2. **LOS attuali delle principali aste viarie – Periodo con evento concertistico**

I flussi relativi al periodo estivo, ovvero al periodo di alta stagione turistica, ed i relativi livelli di servizio della rete viaria sono sintetizzati nella seguente tabella:

Livelli di servizio – Stato di fatto – Fine Settimana – ora di punta della sera della rete		
Sezione / Postazione	Flussi veicolari orari misurati	LOS Corrispondente
Sezione 1 – SR 43 via Adriatico ovest	2.796	D/E
Sezione 2 – SR 43 via Adriatico sud	1.791	D
Sezione 3	394	A
Sezione 4 – viale Mediterraneo	240	A

Esaminando i dati emerge che solo la SR43, sulla quale i veicoli in ora di punta sono tra i 1.700 e i 2.800, ha un deflusso viscoso (livello D/E), mentre i livelli di servizio delle altre aste considerate sono idonei.

Si evidenzia, tuttavia, che tale viscosità è limitata alle ore di punta della giornata e rappresenta la viscosità di accesso a Jesolo Lido.

3.3.2. **LOS nodo via Adriatico – Viale Mediterraneo**

Il *livello di servizio di un’intersezione a rotatoria* si definisce analogamente al livello di servizio di un’asta viaria e rappresenta una misura dell’attitudine dell’intersezione a smaltire il traffico veicolare. I livelli di servizio, indicati con lettere tra A ed F, schematizzano tutte le possibili condizioni di circolazione: il livello A rappresenta le condizioni operative migliori, il livello F quelle peggiori.

Il livello di servizio è definito in funzione del parametro *di ritardo medio*, come indicato nella tabella seguente (fonte HCM):

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

Le verifiche condotte fanno riferimento al nodo tra la SR 43 e viale Mediterraneo, ove andrà a realizzarsi una bretella viaria di accesso funzionale al comparto in progetto, che presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- diametro interno di circa 170 metri;
- Diametro esterno di circa 200 metri;
- 4 rami di ingresso/uscita di cui 1, viale Mediterraneo a nord, ramo D, con due corsie di immissione.

La verifica di seguito riportata è condotta nelle condizioni di maggior criticità della rete viaria tra quelle esaminate, ovvero nell’ora di punta della sera nel periodo estivo.

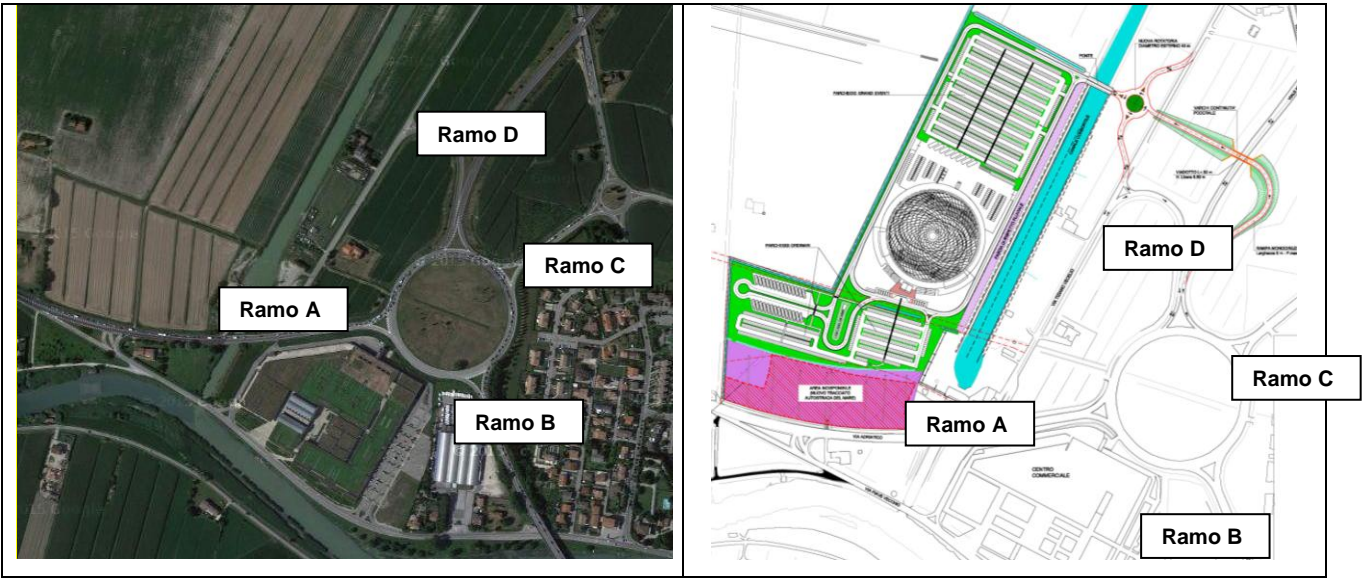


Immagine 3.4: Schema nodo con rotonda su SR43 via Adriatico – viale Mediterraneo

La matrice oraria di origine-destinazione dei flussi veicolari afferenti al nodo in parola, funzionale alla verifiche tecnica e desunta dai dati disponibili è la seguente:

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	921	79	107	1.107
Ramo B	844	0	0	26	870
Ramo C	315	0	0	0	315
Ramo D	107	0	0	0	107
Flussi Uscita	1.266	921	79	133	2.399

Applicando tre tra i più utilizzati metodi di calcolo (meglio descritti in appendice) si verifica la capacità del nodo nell'intervallo orario di punta della mattina, ed in base alle geometrie della rotonda si ottiene:

TRAFFICO CIRCOLANTE	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)	0	186	977	1159
Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)	1266	921	79	133
Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)	1107	870	315	107

METODO SETRA	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1530	1412	871	1002
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	423	542	556	895
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	28	38	64	89

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo SETRA: 4815 uvp/h

METODO CETUR	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1289	1238	917	1203
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	182	368	602	1096
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	14	30	66	91

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo CETUR: 4647 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami: Ramo A: 17 s Ramo B: 7 s Ramo C: 6 s Ramo D: 3 s.

La verifica tecnica del sistema circolatorio, in rapporto al flusso veicolare massimo preso a riferimento evidenzia un buon livello di deflusso, limitatamente al nodo analizzato, che garantisce un margine di riserva di capacità, tra il 60% ed il 90%, per soli due dei quattro rami (rami C, D), mentre per i rami A e B - via Adriatico la riserva di traffico è pari al 20-30%. Il livello di servizio complessivo del nodo è dunque pari a C.

Va inoltre evidenziato che l'intersezione si colloca all'interno di un itinerario viabilistico che presenta fenomeni di viscosità talvolta rilevanti in ragione della scarsa capacità di deflusso delle aste viarie più prossime al litorale balneare, le quali generano fenomeni di reflusso lungo l'asta della SR 43 e i relativi nodi. Detti fenomeni di reflusso talvolta risalgono fino all'intersezione con la SP 43 in località Caposile. Pertanto, puntualmente il nodo in esame ha un livello di servizio pari a C, ma in virtù dei LOS delle aste viarie che vi convergono (in particolare della SR43, per la quale si è calcolato un livello D/E) e delle complessive condizioni di deflusso sulla rete, la viscosità sull'intersezione risulta più marcata, seppur il fenomeno sia limitato alle ore di massimo afflusso generalmente persistenti nel fine settimana.

4. IMPOSTAZIONE MOTODOLOGICA E SCENARI DI STUDIO

Le valutazioni di ordine trasportistico in merito alla realizzazione dell'intervento urbanistico in parola sono state condotte avvalendosi delle potenzialità di calcolo ed elaborazione offerte da un modello matematico di simulazione dei flussi di traffico (sw. PTV VISUM).

Tale strumento, indispensabile tool di supporto alle decisioni in materia di analisi e pianificazione del traffico e della mobilità alle differenti scale territoriali, consente di fornire previsioni attendibili in merito alla ridistribuzione dei flussi di mobilità rispetto a scenari evolutivi della domanda e dell'offerta di trasporto espresse dal territorio.

4.1. Impostazione metodologica

L'impostazione metodologica dello studio si basa sui seguenti 4 macro step procedurali:

STEP 1: inquadramento e contestualizzazione dell'intervento rispetto all'assetto delle reti di trasporto e del territorio nella situazione attuale e nell'evoluzione programmatica;

STEP 2: ricostruzione della domanda di mobilità che interessa il sistema territoriale oggetto dello studio, mediante la riorganizzazione e l'analisi dei dati esistenti relativi alla mobilità autostradale e alla domanda di trasporto locale ottenuta aggiornando le precedenti matrici O/D ISTAT all'anno 2001, sulla base delle indicazioni desunte dai dati di traffico disponibili (vedasi cap. 3);

STEP 3: implementazione di un'adeguata modellistica-software in grado di consentire l'analisi della domanda attuale e la creazione delle future condizioni di deflusso, riferite agli scenari di evoluzione della domanda e dell'offerta di trasporto che caratterizzano la rete infrastrutturale in esame, funzionali alla valutazione complessiva e strategica dell'intervento in progetto;

STEP 4: analisi trasportistica calibrata negli scenari infrastrutturali e temporali definiti:

1. **Scenario attuale –ANNO 2015 –** stato 0;
2. **Scenario 1 - Periodo invernale (Ottobre-Maggio) in occasione di eventi sportivi -**
Realizzazione del palazzetto, per uno sviluppo complessivo di circa 126.000 mq di superficie, e contestuale realizzazione delle seguenti opere infrastrutturali:
 - Nuova bretella a unico senso di marcia in direzione dell'impianto finalizzata a garantire un accesso diretto alla struttura direttamente dal nodo tra SR n. 43 e Viale Mediterraneo;
 - Rotatoria di diametro esterno 40m tra la nuova bretella e via Vecellio;

- Ponte sul canale Terzo, che rappresenta l'accesso alle aree di sosta delle strutture in progetto.

3. Scenario 2 - Periodo estivo (Giugno-Settembre) in occasione di eventi concertistici – stesse strutture ed opere infrastrutturali descritte per lo Scenario 1.

Lo schema della rete viaria interna all'area del nuovo Velodromo e relativa agli accessi è il seguente:

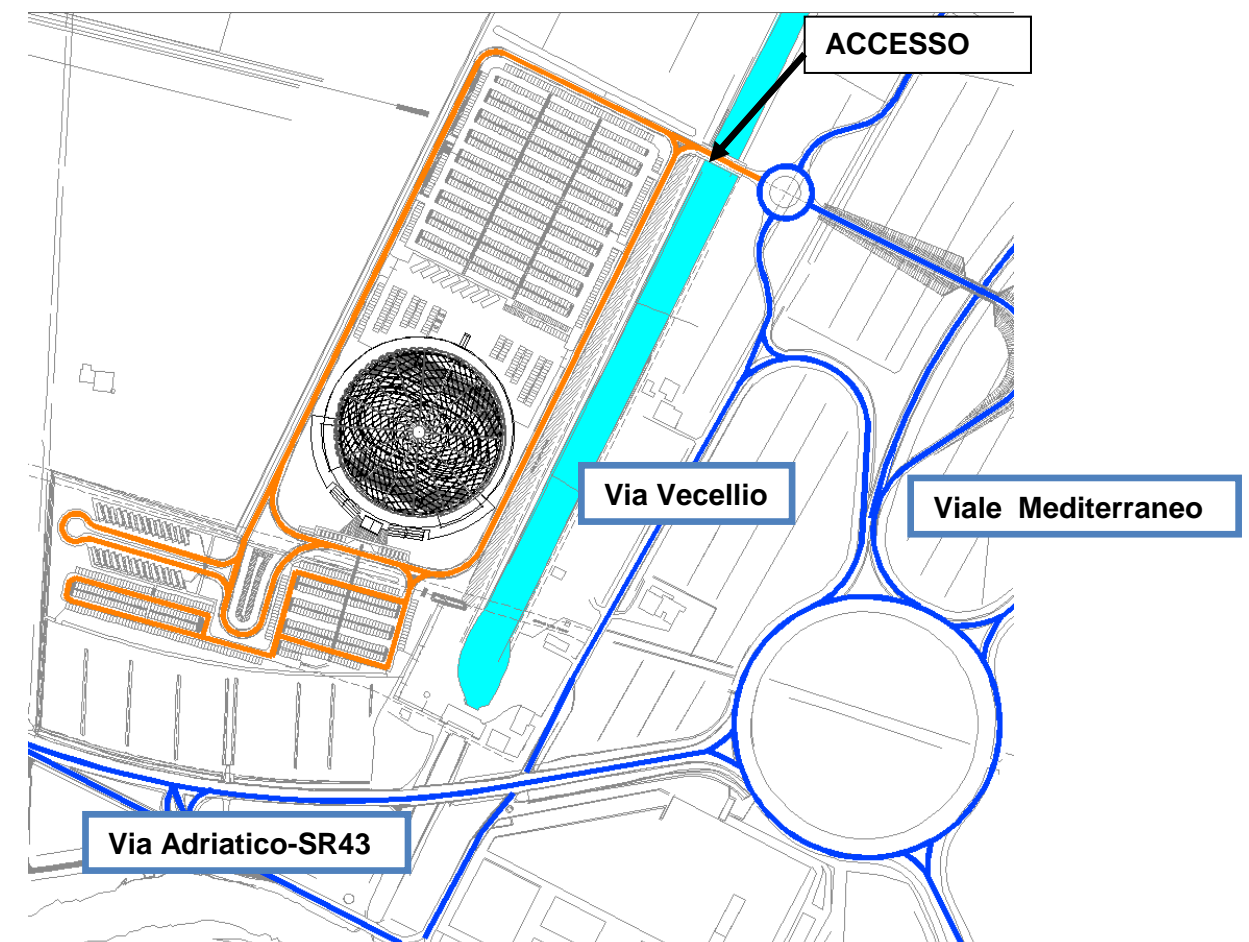
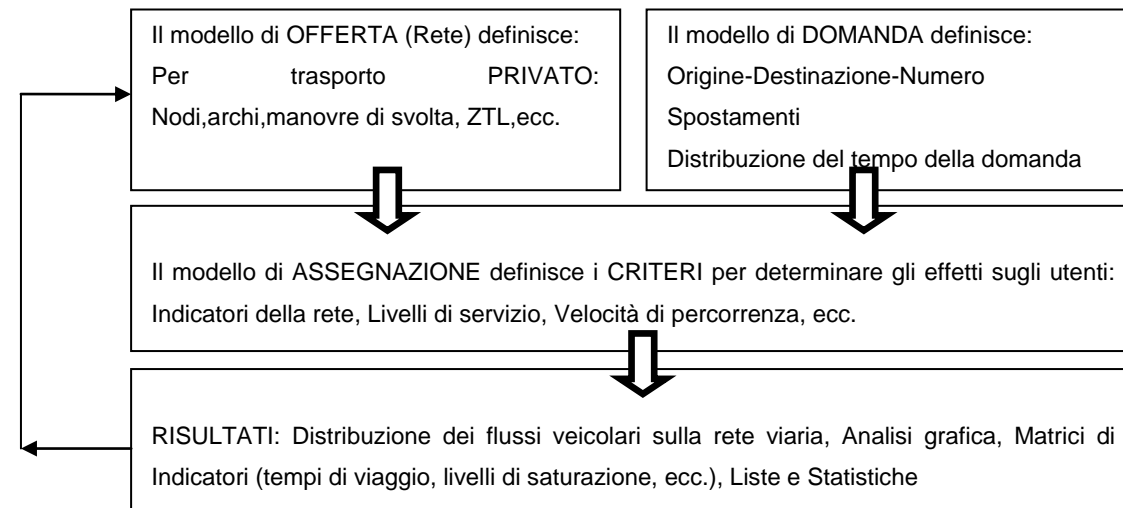


Immagine 4.1 Rete viabilità di accesso all'area e viabilità interna

5 LA PIATTAFORMA MODELLISTICA

Per lo sviluppo della presenta analisi la scrivente ha utilizzato il software VISUM della PTV Vision Ag, software di Pianificazione dei Trasporti tra i più utilizzati in commercio. Il programma incorpora un modello di domanda, un modello di rete e un modello di assegnazione, è interamente sviluppato in ambiente Windows ed ha funzioni assimilabili a quelle di un GIS per quanto riguarda l'archiviazione, la gestione e la rappresentazione delle diverse banche dati.



5.1. Il modello di domanda

La domanda di trasporto viene rappresentata tramite matrici origine/destinazione in relazione alla zonizzazione adottata. Il modello consente di definire e trattare simultaneamente più segmenti di domanda sia per il trasporto individuale (veicoli leggeri e pesanti, abilitati e non abilitati a percorrere porzioni di rete, ...) che per il trasporto collettivo (studenti, lavoratori, abbonati e non, ...).

Le matrici o/d possono essere sommate tra loro, moltiplicate per un fattore o manipolate graficamente direttamente dalla rappresentazione della zonizzazione, fondendo o dividendo zone di traffico. La rappresentazione della domanda di trasporto è resa disponibile in termini di indicatori areali, numerici, o di linee di desiderio.

Le matrici O/D implementate per lo studio in parola appartengono a 3 tipologie:

1. OD Veicoli Leggeri;
2. OD Veicoli Pesanti;
3. OD Veicoli generati dal comparto urbanistico in progetto (scenari 1 e 2).

La base dati da cui sono derivate le matrici è quella relativa al censimento ISTAT 2001, aggiornata per mezzo di strumenti analitici di elaborazione Matriciale, e allineati ai valori dei flussi veicolari della rete attuale.

Le matrici di riferimento sono definite all'orizzonte temporale attuale, anno 2015.

5.2. Il modello di rete

Il modello adottato consente la modellazione di una rete plurimodale. La rete è costituita da nodi e archi.

Nel dettaglio il modello di rete implementato per la stesura del presente studio è stata realizzata una rete costituita da oltre 7.000 nodi e 17.000. Archi, per complessivi 16.000 km di rete viaria che rappresenta la totalità della Regione Veneto, tutti gli assi Autostradali e Superstradali, nonché la totalità della rete delle strade Statali/Regionali e Provinciali.

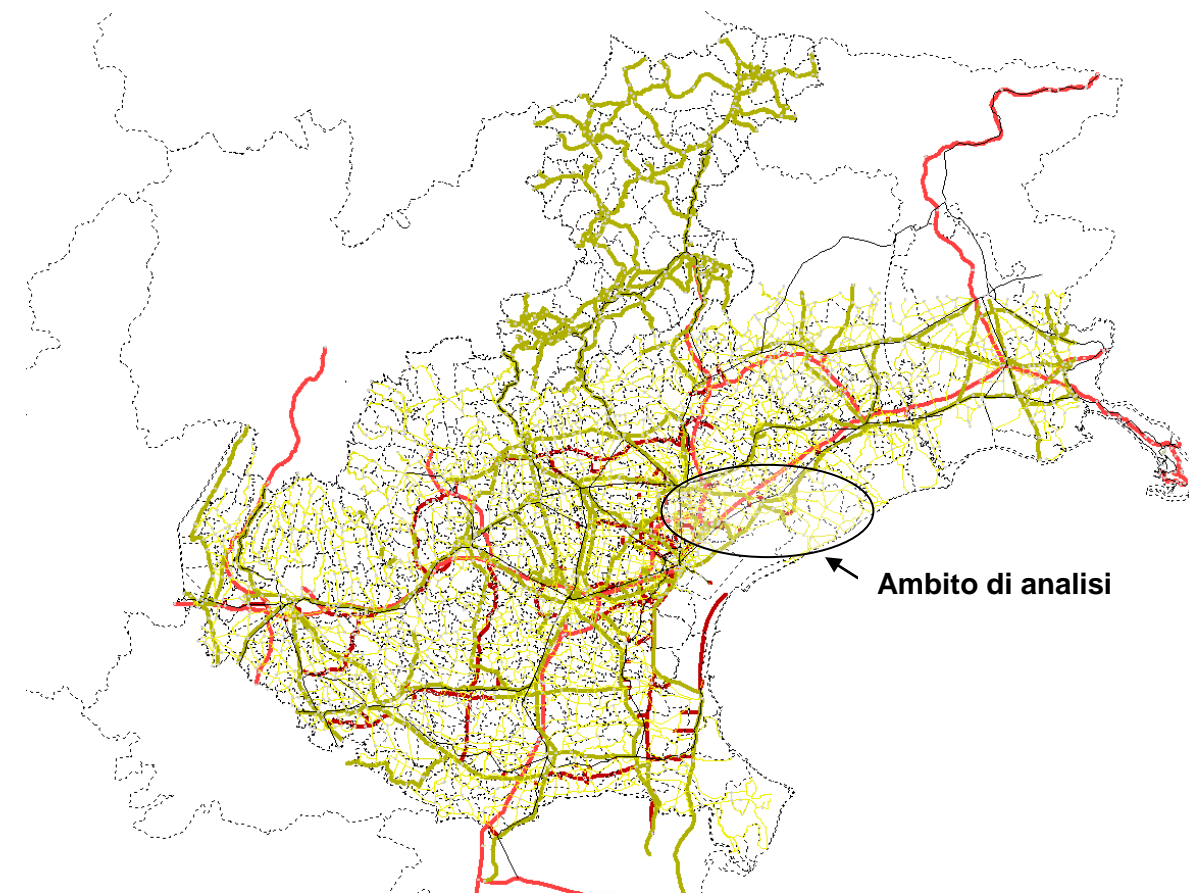


Figura 5.1: Rete viaria implementata nel modello di simulazione

5.3. Caratterizzazione degli archi

Le funzioni di costo sono delle relazioni matematiche che esprimono il valore medio del costo generalizzato, o di alcune sue componenti, in funzione delle caratteristiche fisiche e funzionali dell'arco stradale e dei flussi transitanti.

Il *costo generalizzato di spostamento* può essere calcolato come somma di più componenti omogeneizzate:

- costi di esercizio proporzionali alla distanza percorsa;
- costi legati al tempo impiegato per percorrere l'itinerario: gli utenti attribuiscono al tempo un determinato valore monetario che permette loro di confrontare, ad esempio, itinerari più brevi e più economici, ma più lenti, con itinerari più lunghi e costosi, ma con tempi di percorrenza inferiori;
- eventuale pedaggio applicato ai tronchi stradali utilizzati.

In linguaggio matematico, questo può essere espresso dalla seguente equazione:

$$C_{gen} = \alpha T_{corsa} + \alpha T_{attesa} + C_{corsa} + C_{pedaggio}$$

dove:

- α è il valore del tempo;
- T_{corsa} è il tempo di percorrenza impiegato per transitare sugli archi dell'itinerario. (la velocità, e quindi il tempo impiegato, è dipendente dal volume di traffico);
- T_{attesa} è il tempo d'attesa nei nodi, ovvero nelle intersezioni stradali o alle barriere autostradali;
- C_{corsa} è il costo d'esercizio, percepito dall'utente, proporzionale alla percorrenza (carburante, lubrificante);
- $C_{pedaggio}$ è l'eventuale pedaggio applicato (chilometrico e/o virtuale).

Il costo generalizzato, in altri termini, rappresenta le somme delle diverse voci di costo sopportate dagli utenti e da loro percepite nell'effettuazione della scelta del percorso. Esso riflette la disutilità degli utenti a percorrere l'arco stesso.

Il valore del tempo (α), è stato calcolato sulla base di stime derivanti da molteplici analisi sviluppate dalla scrivente e da riferimenti di bibliografia sia nazionale che internazionale (es: PNL – Piano Nazionale della Logistica 2011-2020).

Nel presente studio sono stati utilizzati i seguenti parametri economici:

- *Costo del tempo* : 15 Euro/h per i veicoli leggeri; 26 Euro/h per i veicoli Pesanti.
- *Costo d'esercizio*: 0.35 Euro/Km per i veicoli leggeri; 0.8 Euro/Km per i veicoli Pesanti.

Infine, si parla di pedaggio virtuale in presenza di sovra pedaggi applicati in determinati caselli o barriere autostradali non direttamente correlati con le percorrenze autostradali effettuate dagli utenti (si veda ad esempio barriera di Venezia Ovest).

5.4. La zonizzazione funzionale

La zonizzazione è una suddivisione del territorio oggetto di analisi in zone di traffico e serve a concentrare in un numero limitato di punti (centroidi delle zone) la molteplicità degli spostamenti con origine e destinazione diffusi su tutta l'area di studio.

Il procedimento di zonizzazione è stato sviluppato, coerentemente con il modello d'offerta del sistema da simulare, seguendo alcuni criteri d'omogeneità: territoriale, fisica, trasportistica e topologica.

Complessivamente il modello comprende tutto il territorio della Regione Veneto e parte della Regione FVG, oltre alle principali polarità delle regioni Lombardia, Emilia-Romagna e Trentino Alto Adige.

Sono state individuate 662 zone caratterizzate come segue:

- ogni comune delle Province di Padova, Treviso, Venezia, Rovigo e Vicenza e Belluno costituisce una zona a sé stante;
- i comuni di alcune delle città capoluogo di provincia (Padova, Treviso, Venezia e Vicenza) sono suddivisi in più zone, per ragioni di dimensioni o di distribuzione territoriale degli abitanti;
- l'area esterna alla regione è stata suddivisa in 25 zone associate alle direttrici d'accesso ed egresso principali (A1, A4, A13, A22, A23, ecc...).

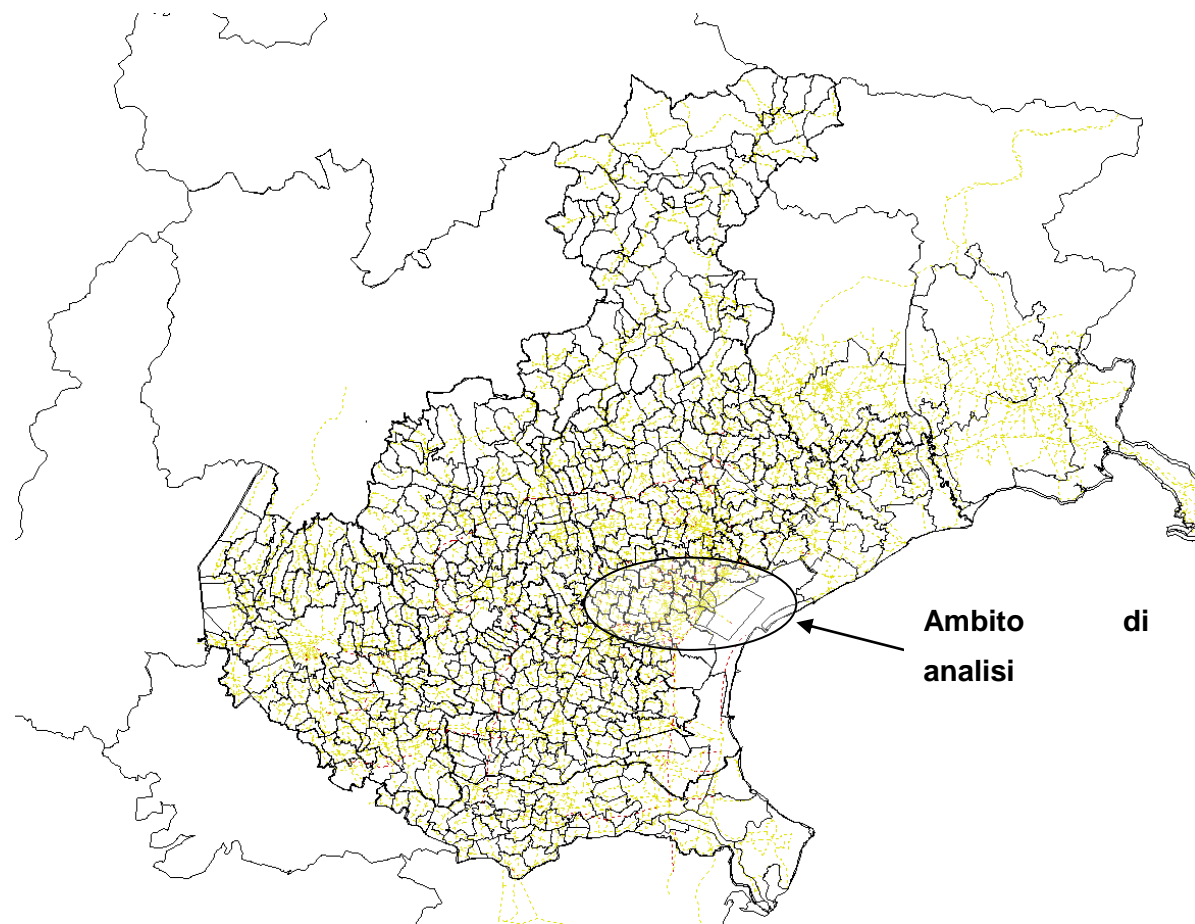


Figura 5.4: Zonizzazione funzionale della struttura modellistica e delle matrici O/D

5.5. La calibrazione

Ogni modello matematico finalizzato a stimare scenari futuribili deve essere opportunamente calibrato e fatto coincidere con la ricostruzione della situazione attuale.

Per calibrare il modello sono necessarie misure di flusso attendibili in vari archi della rete: esse permettono di andare a modificare, in prima battuta, la struttura della rete e le curve di deflusso, quindi in seconda battuta, la matrice di domanda, in maniera da ottenere rispondenza tra flussi calcolati e misurati.

In primo luogo, la calibrazione interessa la struttura dell'offerta di trasporto: il controllo della rete e la modifica della schematizzazione dei nodi principali, oltre alla verifica delle penalità di svolta.

Secondariamente si agisce sulle curve di deflusso: calibrazione del tempo di running e di waiting sugli archi, verifica della capacità assegnata, controllo dei tempi di attraversamento dei nodi, ecc. In terza battuta si vanno a considerare eventuali limiti della matrice di domanda: la matrice ISTAT e' di per se'

incompleta di tutte le parti relative all'utenza occasionale e non considera le modalita' di trasporto non predominanti.

In tutti questi fattori è possibile intervenire attraverso un procedimento iterativo detto "della tangente più ripida", che consiste nell'adeguare la piattaforma modellistica (domanda, offerta, modi di trasporto, ecc.) attraverso opportuni "interventi", e ad ogni iterazione verificare la differenza più ampia tra flussi rilevati e calcolati.

Alla fine del processo di calibrazione si ottiene uno strumento perfettamente affidabile per proiezioni su scenari di progetto.

I risultati ottenuti sulla piattaforma modellistica implementata per l'analisi del progetto relativo alla realizzazione del Velodromo di Jesolo (VE), il cui sviluppo complessivo è di oltre 13 ha, evidenziano che la correlazione R^2 ottenuta, cioè, in altre parole, l'indice che stima lo scostamento tra i valori Reali misurati sulla rete viaria esistente, e quelli Stimati dal modello di simulazione, è pari a 0,968. Tale valore indica che lo scostamento medio tra flussi misurati e flussi stimati dal modello è inferiore al 5%-8% rispetto ai flussi medi Rilevati nelle 24h.

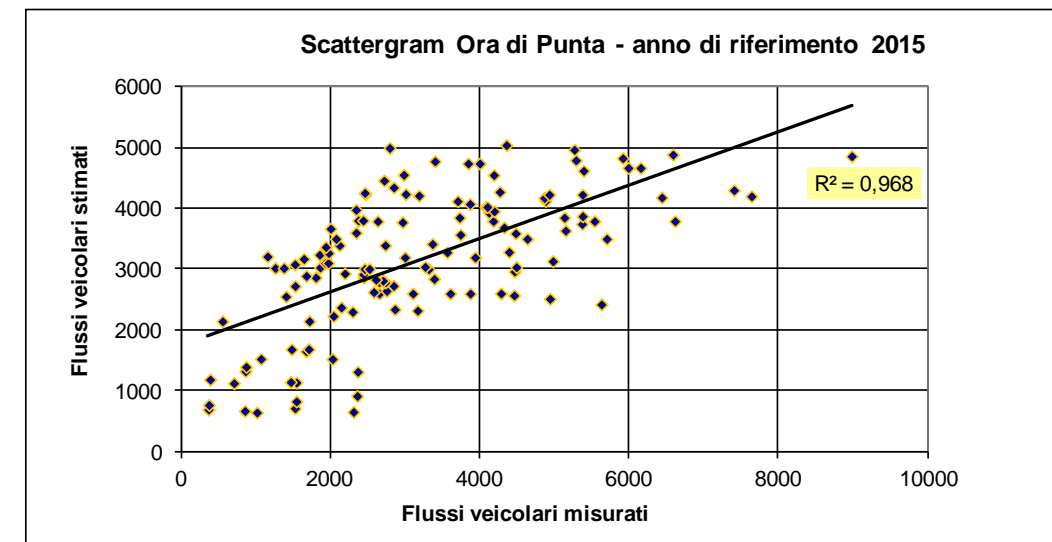


Figura 5.5: Scattergram: misura dello scostamento tra dati misurati e simulati

6. BACINO D’UTENZA E FLUSSI INDOTTI

Il presente capitolo definisce:

- il bacino d'utenza della struttura e la distribuzione dei flussi lungo le direttrici di accesso;
- gli scenari di studio ai quali si riferiscono le stime effettuate;
- due distinte metodologie per la stima del volume di traffico generato dalla struttura.

6.1 Analisi distribuzione bacino d’utenza scenario con evento sportivo

Al fine di definire la ripartizione modale dell’utenza potenziale lungo gli itinerari di accesso alla struttura in progetto, ed in particolare la dimensione dell’utenza che tenderà ad utilizzare il mezzo proprio aggiornando le matrici origine destinazione degli spostamenti disponibili relative allo stato di fatto (scenario 0), si è provveduto ad analizzare la dimensione del potenziale bacino di utenza e quindi la distribuzione lungo le principali direttrici di accesso.

Dato che il velodromo di Jesolo, per tipologia e dimensioni, sarà la prima struttura in Italia di categoria internazionale e in grado di ospitare eventi di primaria importanza, quali gare europee e mondiali, sarà in grado di attrarre nel territorio flussi turistici non solo dall'Italia, ma anche da Europa, Asia e Paesi occidentali.

Il bacino d'utenza della struttura è pertanto molto esteso.

Nella determinazione della ripartizione modale dei flussi in accesso alla struttura, si tiene conto del fatto che la città di Jesolo è facilmente raggiungibile in 25 minuti dall’aeroporto Marco Polo di Venezia, in 15 minuti dall’uscita dell’autostrada A4, dal casello di Noventa di Piave o di Meolo, e che la stazione dei treni di San Donà di Piave è dotata di servizio bus che porta nella località in 20 minuti. Pertanto, sebbene l'intera area del nord Italia possa essere considerata un macro-bacino d’utenza in funzione delle caratteristiche della struttura sportiva, all’interno di quest’area di influenza solo una parte degli utenti utilizzerà mezzi propri, mentre la restante quota farà uso di mezzi pubblici.

Può dunque essere individuato un sotto-bacino d’utenza, rappresentato dall’area delle province di Venezia e Treviso, dall’area occidentale della regione del Friuli ed in misura minore alla provincia di Padova, all’interno del quale l’utenza farà uso prevalentemente del mezzo privato.

La seguente tabella descrive il peso stimato del traffico veicolare indotto da ogni Zona o Comune dell’area di influenza rispetto al totale dei flussi attratti dal comparto, nello specifico scenario con evento sportivo.

COMUNI / AMBITI TERRITORIALI	POPOLAZIONE RESIDENTE	DIRETTRICE	PESO sul totale dei flussi indotti (in %)
JESOLO	26 000	----	10%
AREA METROPOLITANA VENEZIA*	378 000	OVEST / NORD-OVEST	33%
TREVISO*	81 000		20%
CAVALLINO-TREPORTI*	13 600		2%
PADOVA*	211 200		10%
AREA A NORD DI PADOVA*	150 000		5%
TOTALE COMUNI DELL’ENTROTERRA	833 800		70%
ERACLEA*	12 500	EST	2%
SAN DONA' DI PIAVE*	41 800		4%
MUSILE DI PIAVE*	11 600		1%
AREA PORDENONE*	51 600		8%
AREA PORTOGRUARESE-CONCORDIA SAGITTARIA*	35 700		5%
TOTALE COMUNI VENETO ORIENTALE - FVG	153.200		20%
TOTALE	1 013 000		100%

* dati stimati: FONTE ISTAT

Dalla disamina dei dati si evince che per il 90% i flussi veicolari che potenzialmente saranno attratti/generati dalle strutture in progetto avranno come provenienza i Comuni dell’entroterra, con la seguente ripartizione: circa il 70% proviene dalla direttrice ovest/nord-ovest (SR 43), incluso il traffico a lunga distanza che utilizza il treno o il sistema autostradale, dell’area metropolitana di Venezia e Treviso, oltre che dall’aeroporto Marco Polo e dall’autostrada A4-A57 tangenziale di Mestre, e il 20% proviene da nord/nord-est dall’area di San Donà e Portogruaro. Il restante 10% dei flussi veicolari proviene invece dall’area del litorale di Jesolo.

Tale risultato è correlato alla distribuzione antropica ed infrastrutturale che caratterizza l’ambito di studio.

6.2 Scenari di studio

La struttura del Velodromo ospiterà allenamenti e gare sportive, tuttavia essa è finalizzata anche allo scopo di creare un turismo extra stagionale, sia con eventi e manifestazioni sportive che mediante eventi di spettacolo, nei periodi autunnale ed invernale.

Nel calcolare l'entità dei flussi veicolari generati dalla struttura si è fatto riferimento a due distinte tipologie di eventi, i quali comportano la massima affluenza alla struttura.

Nella stima dei flussi indotti è stata poi trascurata la presenza del ristorante e della palestra, la cui utenza affluisce e defluisce in orari differenti rispetto al momento di massimo afflusso di pubblico in occasione degli eventi sportivi o dei concerti.

Sono perciò elaborati due distinti scenari di studio, definiti come segue:

Scenario 1_evento sportivo (ottobre-maggio):

Il primo scenario simula i le condizioni del flusso veicolare sulla rete viaria circostante la struttura del velodromo in occasione di un evento sportivo nel periodo ottobre-maggio, per il quale la disponibilità di posti per gli spettatori è di **5.186 posti**.

Le manifestazioni più importanti che il Velodromo in progetto può ospitare sono competizioni internazionali: mondiali ed europei di ciclismo su pista. Tali competizioni generalmente hanno un programma di gare distribuito su 5 giornate (come nel caso delle competizioni europee tenutesi nell'ottobre 2015 in Svizzera e dei mondiali del febbraio dello stesso anno in Francia). Il programma prevede, in alcune giornate, oltre 20 gare tra fasi eliminatorie e fasi finali ed una giornata di competizioni inizia generalmente alle 9.30-10.00, non si conclude prima delle 21, o delle 23 nel week-end, e prevede una sosta tra le 12 e le 15 o tra le 16 e le 19, a seconda delle specialità in programma.

Scenario 2_evento concertistico (giugno-settembre):

Il secondo scenario simula le condizioni di flusso veicolare sulla rete viaria circostante la struttura del velodromo in occasione di un concerto, per il quale la disponibilità di posti per gli spettatori all'interno è di circa **7.800 posti**.

6.3 Calcolo dei flussi indotti

I flussi indotti sono stati calcolati secondo due distinte metodologie, nell'intento di determinare il valore di traffico indotto più cautelativo da utilizzare nelle simulazioni.

I metodi utilizzati sono i seguenti:

- **Metodo A:** desunto dalla letteratura di settore, con riferimento al *Trip Generation Manual*;
- **Metodo B:** basato sullo studio di altre strutture sportive (non velodromi).

6.3.1 Calcolo dei flussi indotti: Metodo A

Al fine di stimare analiticamente il volume di traffico indotto dal nuovo velodromo di Jesolo, si è fatto riferimento al "*Trip Generation Manual*", manuale americano che descrive una procedura di stima preliminare del traffico generato in presenza di differenti condizioni di destinazione ed uso del suolo, da tempo diffusa sia negli Stati Uniti che in altri Paesi europei.

In particolare si fa qui riferimento all'edizione elaborata in seguito a studi di generazione del traffico effettuati dall'ITE (Institute of Transportation Engineers), edita nel Maggio 2003.

Le procedure standard, descritte nel Trip Generation Manual, derivano dall'individuazione e dallo studio di un certo numero di strutture (in genere da quattro a sette) aventi la stessa destinazione d'uso. Il processo di analisi prevede che, per ciascuna struttura in analisi, vengano conteggiati, per un periodo che può raggiungere la settimana, il numero di spostamenti che essa genera/attrae. In seguito vengono determinate le variabili indipendenti caratterizzanti ciascuna classe di strutture (superficie, posti letto, unità abitative, numero di addetti e così via). Sono infine elaborate funzioni di generazione specifiche per ciascuna delle categorie di destinazione ed uso del suolo, le quali fanno dipendere il numero di spostamenti da queste attratte/generate da variabili indipendenti.

Tali funzioni consentono di arrivare ad una stima dei valori di traffico relativi alla specifica categoria di destinazione d'uso.

Nello specifico, per la stima del volume di traffico indotto dal velodromo, si è fatto riferimento alla destinazione d'uso definita "sport facility", descritta nel manuale come una struttura ricreativa (o stadio) dotata di grandi aree parcheggio e nella quale gli spettatori possono assistere ad una gara sportiva o altre manifestazioni.

TABLE 1 (Continued)		
TRIP GENERATION RATE SUMMARY (WEEKDAY)		
LAND USE	DRIVEWAY ^{(1) (2)} VEHICLE TRIP RATE	CUMULATIVE ⁽⁸⁾ VEHICLE TRIP RATE
LODGING ⁽³⁾		
Hotel (w/convention facilities/restaurant)	10 trips/room; 300 trips/acre	10 trips/room; 300 trips/acre
Motel	9 trips/room; 200 trips/acre	9 trips/room; 200 trips/acre
Resort Hotel	8 trips/room; 100 trips/acre	8 trips/room; 100 trips/acre
MILITARY BASE ⁽³⁾		
	2.5 trips/employee (military or civilian)	2.5 trips/employee (military or civilian)
OFFICE		
Commercial Office ⁽⁶⁾	$\text{Ln}(T) = 0.756 \text{ Ln}(x) + 3.95$; 450 trips/acre	$\text{Ln}(T) = 0.756 \text{ Ln}(x) + 3.95$; 450 trips/acre
Corporate Headquarters/Single Tenant Office	10 trips/1,000 sq. ft.	10 trips/1,000 sq. ft.
Department of Motor Vehicles	180 trips/1,000 sq. ft.; 900 trips/acre	18 trips/1,000 sq. ft.
Government Office (Civic Center):	30 trips/1,000 sq. ft.	
Less than 100,000 sq. ft.		20 trips/1,000 sq. ft.
100,000 sq. ft. or more		16 trips/1,000 sq. ft.
Medical Office:	50 trips/1,000 sq. ft.; 500 trips/acre	
Less than 100,000 sq. ft.		20 trips/1,000 sq. ft.
100,000 sq. ft. or more		16 trips/1,000 sq. ft.
Post Office:		
Distribution (central/walk-in only)	90 trips/1,000 sq. ft.	76 trips/1,000 sq. ft.
Community (without mail drop lane)	200 trips/1,000 sq. ft.; 1,300 trips/acre	168 trips/1,000 sq. ft.; 1,092 trips/acre
Community (with mail drop lane)	300 trips/1,000 sq. ft.; 2,000 trips/acre	
Less than 100,000 sq. ft.		168 trips/1,000 sq. ft.; 1,092 trips/acre
100,000 sq. ft. or more		252 trips/1,000 sq. ft.; 1,680 trips/acre
RECREATION		
Bowling Center	30 trips/lane; 300 trips/acre	30 trips/lane; 300 trips/acre
Golf Course	600 trips/course; 40 trips/hole; 8 trips/acre	600 trips/course; 40 trips/hole; 8 trips/acre
Marina	4 trips/berth; 20 trips/acre	4 trips/berth; 20 trips/acre
Movie Theater	80 trips/1,000 sq. ft.; 1.8 trips/seat	80 trips/1,000 sq. ft.; 1.8 trips/seat
Park:		
Beach, Ocean or Bay	600 trips/1,000 ft. shoreline; 60 trips/acre	600 trips/1,000 ft. shoreline; 60 trips/acre
Developed	50 trips/acre	50 trips/acre
Undeveloped	5 trips/acre	5 trips/acre
Racquetball/Tennis/Health Club	40 trips/1,000 sq. ft.; 40 trips/court; 300 trips/acre	40 trips/1,000 sq. ft.; 40 trips/court; 300 trips/acre
San Diego Zoo	115 trips/acre	115 trips/acre
Sea World	80 trips/acre	80 trips/acre
Sport Facility:		
Indoor	30 trips/acre	30 trips/acre
Outdoor	50 trips/acre	50 trips/acre

San Diego Municipal code, Land development code-Trip Generation Manual, revised May 2003

La stima del traffico complessivamente generato dalla particolare struttura in esame è ottenuta moltiplicando il valore tipico di uso del suolo preso a riferimento (in questo caso la superficie complessiva dell'area in acri) per l'indice di generazione ricavato dal citato manuale (30 nel caso in esame, vedi figura).

Di seguito sono riportate le superfici della struttura in progetto (ricavate da quanto esposto nella relazione tecnico-illustrativa redatta dal Dott. Arch. Marco Pavan e dal geom. Alessandro Ferrazzo in data 16-02-15) e la loro destinazione, al fine di determinare il valore di superficie complessiva.

Superficie coperta (mq): 12.870

Superficie padiglioni adiacenti (mq): 720

Superficie a parcheggio (mq): 112.822

Superficie complessiva (mq): 126.412

Premesso che un Acro è circa 4.000 mq, si evince la seguente stima parametrica in riferimento ad una superficie di progetto complessiva di 126.412 mq (circa 32 acri):

METODO A-SCENARIO 1: SPOSTAMENTI COMPLESSIVI GENERATI: 960 VEICOLI

6.3.2 Calcolo dei flussi indotti: Metodo B

Il metodo utilizzato permette di effettuare una stima, nei due scenari di studio, del traffico generato complessivamente dalla struttura, attraverso la valutazione dei seguenti parametri, desunta dallo studio di strutture sportive (non velodromi):

- la percentuale di spettatori che utilizza mezzi propri;
- la percentuale di spettatori che utilizza mezzi pubblici o pullman;
- il tasso di occupazione medio dei veicoli.

6.3.2.1 Scenario 1: evento sportivo (ottobre-maggio)

La valutazione del traffico indotto in questo scenario è fatta considerando la massima affluenza in funzione della capienza della struttura, per simulare il massimo flusso generabile e valutarne l'effetto sul sistema viario circostante.

L'entità dei flussi generati è definita tenendo conto dei seguenti parametri:

- **Capienza massima: 5.186** posti disponibili;
- Percentuale di spettatori che utilizza **mezzi privati: 70%**;
- Percentuale di spettatori che utilizza **mezzi pubblici o pullman: 30%**;
- **Tasso di occupazione medio** dei veicoli: **3**.

Le percentuali di utilizzo dei mezzi privati ed il coefficiente di occupazione sono stati determinati sulla base di esperienze pregresse in relazione alla ripartizione modale per eventi invernali od estivi.

METODO B - SCENARIO 1: SPOSTAMENTI COMPLESSIVI GENERATI: 1210 VEICOLI

6.3.2.2 Scenario 2: evento concertistico (giugno-settembre)

La valutazione del traffico indotto in questo scenario è fatta considerando l'affluenza pari alla massima capacità che la struttura può recepire.

L'entità dei flussi generati è definita tenendo conto dei seguenti parametri:

- **Capienza massima: 7.800** posti disponibili;
- Percentuale di spettatori che utilizza **mezzi privati: 75%**;
- Percentuale di spettatori che utilizza **mezzi pubblici o pullman: 25%**;
- **Tasso di occupazione medio** dei veicoli: **3,6**.

METODO B - SCENARIO 1: SPOSTAMENTI COMPLESSIVI GENERATI: 1625 VEICOLI

6.4 Determinazione ora di punta e ripartizione flussi sulla rete

I valori di flusso complessivamente generato della struttura stimati attraverso i due metodi descritti sono i seguenti:

FLUSSI COMPLESSIVAMENTE GENERATI DALLA STRUTTURA DEL VELODROMO		
	Scenario 1 _ Evento Sportivo Invernale	Scenario 1 _ Evento concertistico Estivo
METODO A	960 veicoli	960 veicoli
METODO B	<u>1210 veicoli</u>	<u>1265 veicoli</u>

Nel seguito dell'analisi si fa riferimento al Metodo B, in quanto maggiormente cautelativo (introduce un coefficiente di sicurezza pari a circa 1,3 rispetto al metodo A).

Nei successivi paragrafi si sono determinate l'ora di punta e la ripartizione dei flussi sulla rete nei due scenari di studio.

6.4.1 Determinazione ora di punta e ripartizione flussi sulla rete - Scenario 1

Per valutare la distribuzione oraria dei volumi di traffico indotti da una manifestazione sportiva in periodo invernale è stata calcolata la distribuzione degli accessi (IN) –egressi (OUT) dalla struttura nell'arco di una giornata di gare tipo, descritta dalla seguente tabella, considerando che le manche di maggiore importanza o che assegnano medaglie, ed hanno pertanto una maggior attrattività, sono generalmente programmate nel pomeriggio-sera.

ore	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Percentuale di riempimento della struttura	10%	60%	80%	85%	50%	60%	80%	100%	100%	90%	80%	80%	80%	40%	0%
Veicoli in Parcheggio	121	726	968	1.029	605	726	968	1.210	1.210	1.089	968	968	968	484	-
TOTAL in	121	605	339	61	-	121	242	303	121	109	97	97	97	24	-
in	121	605	242	61	-	121	242	242	-	-	-	-	-	-	-
turnover %		0%	10%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	0%
in+out	-	-	97	-	-	-	-	61	121	109	97	97	97	24	-
out	-	-	-	-	424	-	-	-	-	121	121	-	-	484	484
TOTAL out	-	-	97	-	424	-	-	61	121	230	218	97	97	508	484
TOTAL in + TOTAL out	121	605	436	61	424	121	242	363	242	339	315	194	194	532	484

Tabella di distribuzione dei flussi indotti-generati nelle ore di apertura della struttura con Evento Sportivo

Dove:

- *Percentuale di riempimento della struttura*: il 100% è rappresentato da 1210 veicoli;
- *Veicoli in Parcheggio*: veicoli presenti nell'area di sosta (pari a 1210* % di riempimento);
- *TOTAL in*: numero di accessi orari alla struttura (“in”+”in+out”);
- *in*: accessi alla struttura al netto del turn-over;
- *turnover %*: percentuale oraria di turnover, ovvero di “ricambio” di spettatori, i quali non assistono all'intera giornata di gare ma solo ad una sessione di competizioni;
- *in+out*: veicoli che effettuano il turnover;
- *out*: egressi al netto del turnover;
- *TOTAL out*: numero totale di egressi (“in+out”+”out”);
- *TOTAL in + TOTAL out*: totale complessivo di spostamenti orari, ovvero numero di veicoli che si trovano sulla rete per ciascun intervallo orario.

Risulta dunque che l'ora di punta, per l'evento sportivo, è **tra le 10.00 e le 11.00**, con un carico veicolare complessivo indotto dalla struttura di **605 veicoli/h**.

EVENTO SPORTIVO INVERNALE:
TOTALE TRAFFICO IN INGRESSO
IN ORA DI PUNTA (10.00-11.00): 605 VEICOLI

La seguente tabella e la Figura 6.2 descrivono la ripartizione del volume di traffico) in entrata alla struttura in ora di punta (605 veicoli/h) sulla rete viaria del bacino d'utenza.

Direzione di provenienza	Valore di flusso %	Veicoli/h di punta (10.00-11.00)
SR43- Ovest/NordOvest	70%	424
Nord/NordEst	20%	121
Sud	10%	60
TOTALE	100%	605

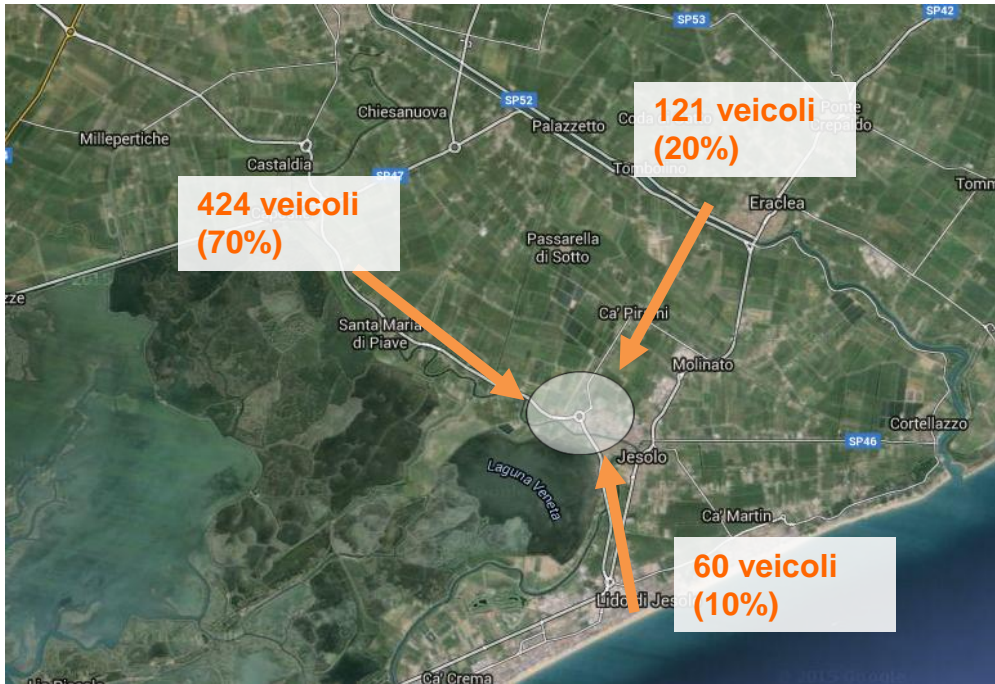


Immagine 6.2 Ripartizione flussi Ora di Punta (10.00-11.00) sulla rete di accesso all'area per un evento sportivo invernale

I dati di riferimento relativi all'ora di punta saranno utilizzati nelle simulazioni e sommati ai valori di flusso in rete nel mese di Maggio, mese in cui l'affluenza Lido di Jesolo è massima, se considerato il periodo in cui si svolgono gli eventi sportivi (ottobre-maggio).

6.4.2 Determinazione ora di punta e ripartizione flussi sulla rete - Scenario 2

Così come per l'evento sportivo, si è ricostruito l'andamento orario dell'afflusso-deflusso alla struttura in occasione di un evento concertistico.

Si è ipotizzato che l'accesso dei veicoli alla struttura sia distribuito nell'arco delle tre ore precedenti l'inizio del concerto (ipotizzato alle 21.00), che il deflusso avvenga nelle due ore successive la conclusione dello stesso (ore 23.00) e che il turn-over sia nullo (tutti gli spettatori assistono all'intero evento).

Dai dati riportati in tabella si ricava che l'ora di punta è tra le 24.00 e l' 1.00, intervallo orario in cui la rete viaria circostante il Velodromo non è interessata da rilevanti flussi veicolari. Sarà allora d'interesse, ai fini del presente studio, il definire ed analizzare la qualità del deflusso veicolare in corrispondenza dell'intervallo orario che vede il **massimo afflusso** alla struttura, ovvero **tra le 19.00 e le 20.00** quando 813 veicoli convergono verso il Velodromo.

ore	18	19	20	21	22	23	24	01
Percentuale di riempimento della struttura	30%	80%	100%	100%	100%	100%	40%	0%
	488	1.300	1.625	1.625	1.625	1.625	650	-
TOTAL in	488	813	325	-	-	-	-	-
in	488	813	325	-	-	-	-	-
turnover %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
in+out	-	-	-	-	-	-	-	-
out	-	-	-	-	-	-	975	650
TOTAL out	-	-	-	-	-	-	975	650
TOTAL in + TOTAL out	488	813	325	-	-	-	975	650

EVENTO CONCERTISTICO ESTIVO:
TOTALE TRAFFICO IN INGRESSO

IN ORA DI PUNTA (19.00-20.00, corrispondente al massimo impegno per la rete stradale):
813 VEICOLI

La seguente tabella e la Figura 6.3 descrivono la ripartizione del volume di traffico in entrata alla struttura in ora di punta (813 veicoli) sulla rete viaria del bacino d'utenza.

Direzione di provenienza	Valore di flusso %	Veicoli/h di punta (19.00-20.00)
SR43- Ovest/NordOvest	60%	489
Nord/NordEst	20%	162
Sud	20%	162
TOTALE	100%	813

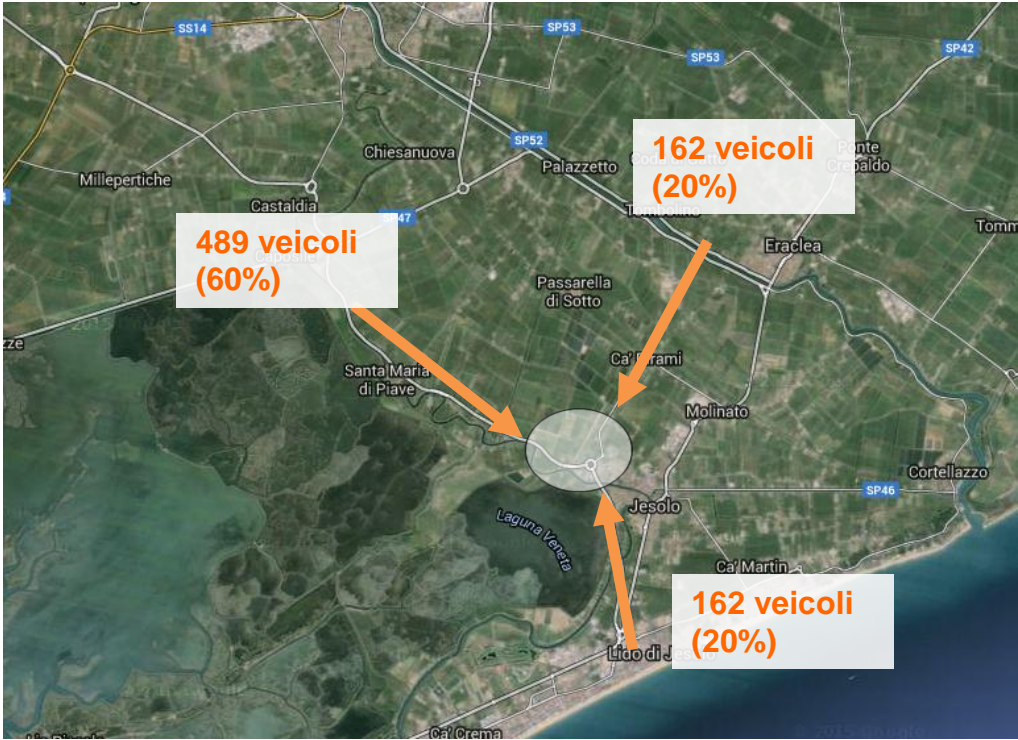


Immagine 6.3 Ripartizione afflussi (19.00-20.00) sulla rete di accesso all'area per un evento concertistico estivo

Nelle pagine seguenti si riportano i diagrammi fiume (flusso grammi) relativi ai risultati del modello di assegnazione implementato.

Per un maggior dettaglio dei risultati, si rimanda alla visione del capitolo successivo, relativo alle verifiche tecniche effettuate sugli archi e i nodi della rete.

In particolare le tavole riportate fanno riferimento alle seguenti valutazioni svolte:

- Tavola 1 – Stato di fatto della rete viaria attuale - anno 2015 - Periodo ottobre-maggio, ora di punta della mattina;

- Tavola 2 – Scenario 1 con evento sportivo – Rete viaria attuale con viabilità Velodromo - ora di punta della mattina;
- Tavola 3 – Stato di fatto della rete viaria attuale - anno 2015 - Periodo giugno-settembre - ora di punta serale;
- Tavola 4: – Scenario 2 con concerto – Rete viaria attuale con viabilità velodromo - ora di punta serale;
- Tavola 5: –Rete di differenza Scenario 1 – Scenario 0 - ora di punta della mattina;
- Tavola 6: –Rete di differenza Scenario 2 – Scenario 0 - ora di punta serale.

7 **SCENARIO 1_EVENTO SPORTIVO INVERNALE: EFFETTI SULLA RETE VIARIA DELL'AREA DI STUDIO**

Nei paragrafi seguenti vengono illustrati i risultati delle verifiche tecniche effettuate sugli archi e sui nodi della rete dell'area in esame nello Scenario 1- evento sportivo invernale. L'analisi puntuale dei principali elementi delle rete viaria consente inoltre di delineare il quadro complessivo dell'impatto dell'opera in progetto.

Si fa presente che la verifica di seguito illustrata relativamente al nodo della rotatoria tra via Vecellio e la bretella di accesso alla struttura in progetto fa riferimento a geometrie ricavate dagli elaborati di progetto.

Il modello di simulazione implementato per la redazione dello studio consente di determinare i volumi di svolta, e dunque di ricavare le matrici Origine/Destinazione riferite ai nodi viari dell'area.

In particolare si sono ricavate le seguenti matrici O/D relative all'ora di punta mattutina (10.00-11.00):

- Rotatoria A (esistente) – nodo SR 43 – Viale Mediterraneo

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	764	0	388	1152
Ramo B	431	0	0	5	436
Ramo C	169	0	0	0	169
Ramo D	109	0	0	71	180
Flussi Uscita	709	764	0	464	1937

- Rotatoria B (in progetto) – via Vecellio - nuova bretella di accesso all'area

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	0	0	0	0
Ramo B	16	0	0	0	16
Ramo C	414	0	0	0	414
Ramo D	175	0	0	0	175
Flussi Uscita	605	0	0	0	605

Per la verifica della funzionalità delle rotatorie sono stati utilizzati i metodi SETRA e CETUR, illustrati in Appendice B, in quanto tali metodi di calcolo della capacità consentono di valutare rotatorie extraurbane.

7.1 **Scenario 1: LOS - livelli di servizio dei principali ASSI viari dell'area**

In base ai dati desunti dalla modellazione relativa allo scenario in parola, si riportano di seguito i risultati relativi alla stima dei LOS (livelli di servizio) riferiti alle principali aste viarie dell'area di studio. Le sezioni stradali esaminate sono le medesime per le quali si era definito il livello di servizio nella fase preliminare del presente rapporto, ed in aggiunta a queste è valutato anche il livello di servizio della bretella in progetto che consentirà l'accesso all'area.

Livelli di servizio – Scenario 1– Fine Settimana – ora di punta della mattina della rete			
Sezione / Postazione	Flussi veicolari stimati	LOS di Progetto	LOS Attuale
Sezione 1 – SR 43 via Adriatico nord	2106	C/D	C
Sezione 2 – SR 43 via Adriatico sud	1227	B	B
Sezione 3	169	A	A
Sezione 4 – viale Mediterraneo	257	A	A
Sezione 5-bretella in progetto	605	B	-

Esaminando i dati, emerge che i valori di servizio rimangono invariati per tre delle cinque sezioni esaminate: via Adriatico sud, il ramo est di immissione in rotatoria e viale Mediterraneo.

L' incremento di flusso veicolare sulla SR43 nel tratto nord-sezione.1 (+16% circa), principale via di accesso all'area, comporta invece un peggioramento del livello di servizio della stessa SR43 (da LOS C a C/D). Infine, la nuova bretella che consentirà l'accesso all'area da via Mediterraneo avrà un livello di servizio B in ora di punta mattutina.

7.2 **Scenario 1_Evento sportivo invernale: LOS - livelli di servizio dei principali NODI viari dell'area**

Oltre alla determinazione dei livelli di servizio delle principali aste viarie dell'area, il presente rapporto esamina e verifica le dinamiche veicolari che andranno ad interessare i principali nodi, sia esistenti che di progetto, completando un quadro analitico complessivo.

Nell'immagine sono individuate le due rotatorie oggetto di verifica funzionale.

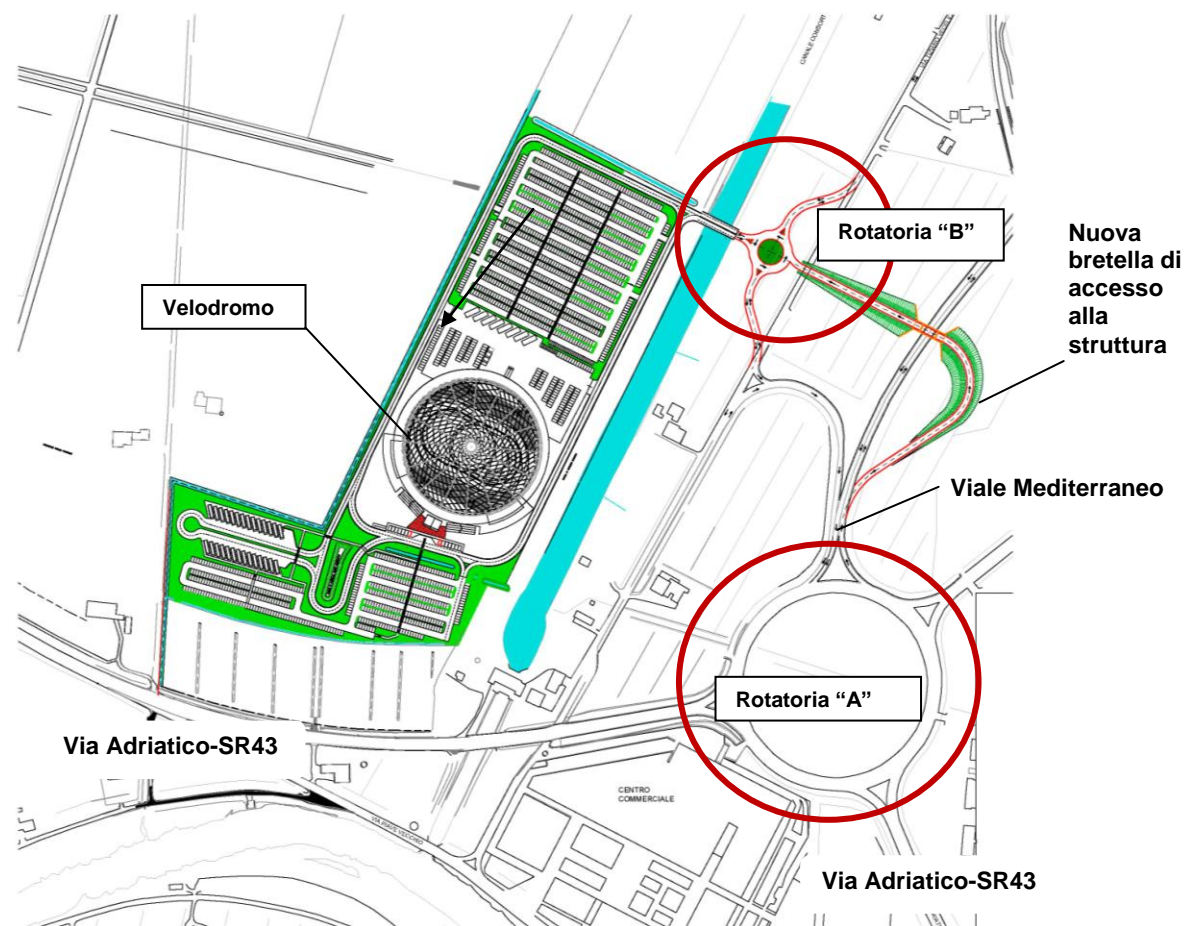


Immagine 7.1: Schema viabilità progetto – nodi oggetto di verifica funzionale

7.2.1 Scenario 1_Evento sportivo invernale: verifica rotatoria A (esistente) – nodo SR 43 – Viale Mediterraneo

La verifica condotta fa riferimento all'esistente nodo tra la SR 43 e viale Mediterraneo sul quale andrà ad innestarsi la bretella di accesso al Velodromo.

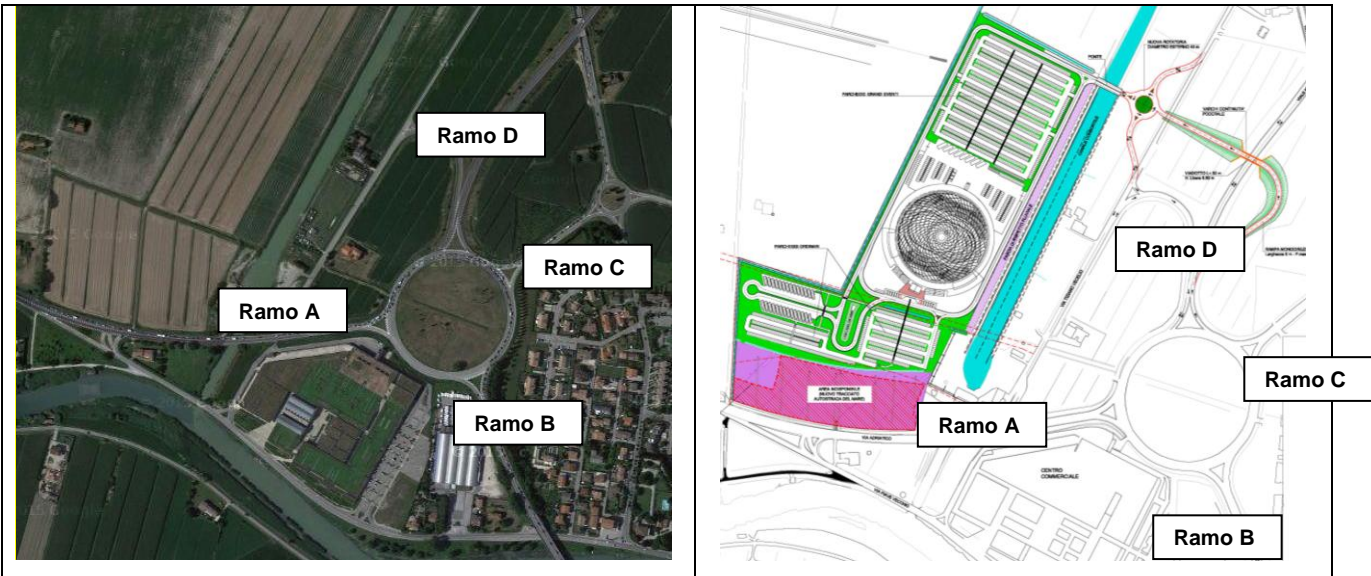


Immagine 7.2: Schema nodo con rotatoria su SR43/viale Mediterraneo

Si riportano le principali caratteristiche geometriche del nodo, già illustrate al paragrafo 3.3.2.:

- diametro interno di circa 170 metri;
- diametro esterno di circa 200 metri;
- 4 rami di ingresso/uscita di cui 1, viale Mediterraneo a nord, ramo D, con due corsie di immissione.

La matrice origine-destinazione dei flussi veicolari afferenti al nodo in parola, funzionale alla verifica tecnica, è stata desunta dal modello matematico di simulazione implementato per la presente analisi. Rimanendo l'intervallo di riferimento quello dell'ora di punta mattutina, tra le 10:00 e le 11:00, si ottiene quanto segue:

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	764	0	388	1152
Ramo B	431	0	0	5	436
Ramo C	169	0	0	0	169
Ramo D	109	0	0	71	180
Flussi Uscita	709	764	0	464	1937

Applicando i metodi di calcolo predefiniti si verifica la capacità del sistema nell’intervallo orario di riferimento (tra le 10:00 e le 11:00) e si ottiene:

TRAFFICO CIRCOLANTE	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)	71	459	895	600
Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)	709	764	0	464
Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)	1152	436	169	180

METODO SETRA	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1484	1239	920	1449
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	332	803	751	1269
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	22	65	82	88

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo SETRA: 5092 uvp/h

METODO CETUR	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1340	1105	978	1609
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	188	669	809	1429
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	14	61	83	89

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo CETUR: 5032 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami: Ramo A: 13 s; Ramo B: 4 s; Ramo C: 4 s; Ramo D: 2 s.

La verifica tecnica del sistema circolatorio, in rapporto al flusso veicolare massimo stimato per lo scenario di studio 1, evidenzia una riserva di capacità limitata al 15-20% sul ramo A, e più ampie riserve di capacità sui restanti rami. **Il livello di servizio complessivo del nodo è pari a B.**

7.2.2 Scenario 1_Evento sportivo invernale: verifica rotatoria B (in progetto) – via Vecellio - nuova bretella di accesso all’area

Le verifiche condotte fanno riferimento al nodo tra via Vecellio (Rami B e D), la nuova bretella di collegamento che si diparte da viale Mediterraneo e consente l’accesso all’area del velodromo (Ramo C), ed un quarto ramo (Ramo A) di accesso all’area del parcheggio attraverso il ponte sul canale Terzo.

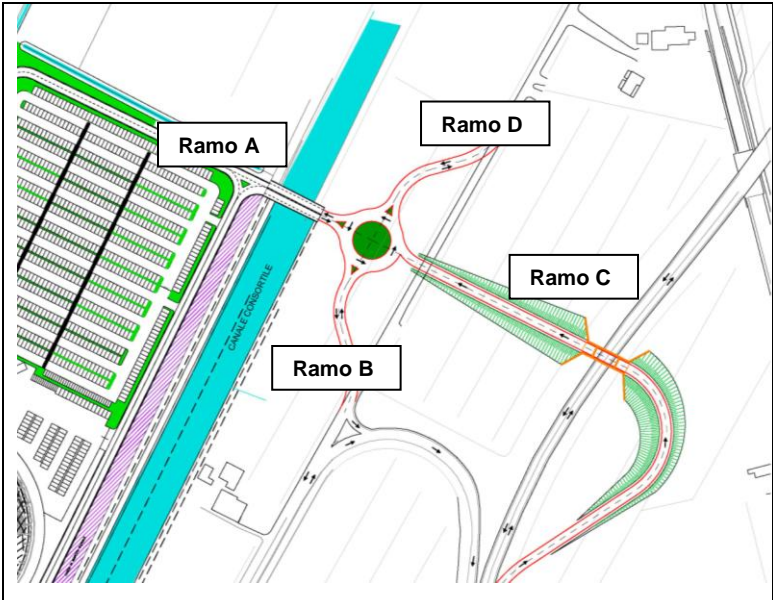


Immagine 7.3: Schema nodo con rotatoria su via Vecellio

La rotatoria ha le seguenti caratteristiche geometriche, desunte dagli elaborati di progetto:

- diametro interno di circa 25 metri;
- diametro esterno di circa 40 metri;
- 4 rami di ingresso ad una corsia di immissione, dei quali 1, la nuova bretella, ramo C, ad unico senso di marcia in ingresso alla rotatoria.

Come nel precedente paragrafo si riporta la matrice origine-destinazione dei flussi veicolari afferenti al nodo in parola, desunta dal modello matematico di simulazione implementato per la presente analisi. Nell’intervallo di riferimento, quello dell’ora di punta mattutina tra le 10:00 e le 11:00, si ottiene quanto segue:

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	0	0	0	0
Ramo B	16	0	0	0	16
Ramo C	414	0	0	0	414
Ramo D	175	0	0	0	175
Flussi Uscita	605	0	0	0	605

Applicando i metodi di calcolo predefiniti si verifica la capacità del sistema nell'intervallo orario di riferimento (tra le 10:00 e le 11:00) ed in base alle geometrie desunte dal progetto si ottiene:

TRAFFICO CIRCOLANTE	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)	0	0	16	430
Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)	605	0	0	0
Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)	0	16	414	175

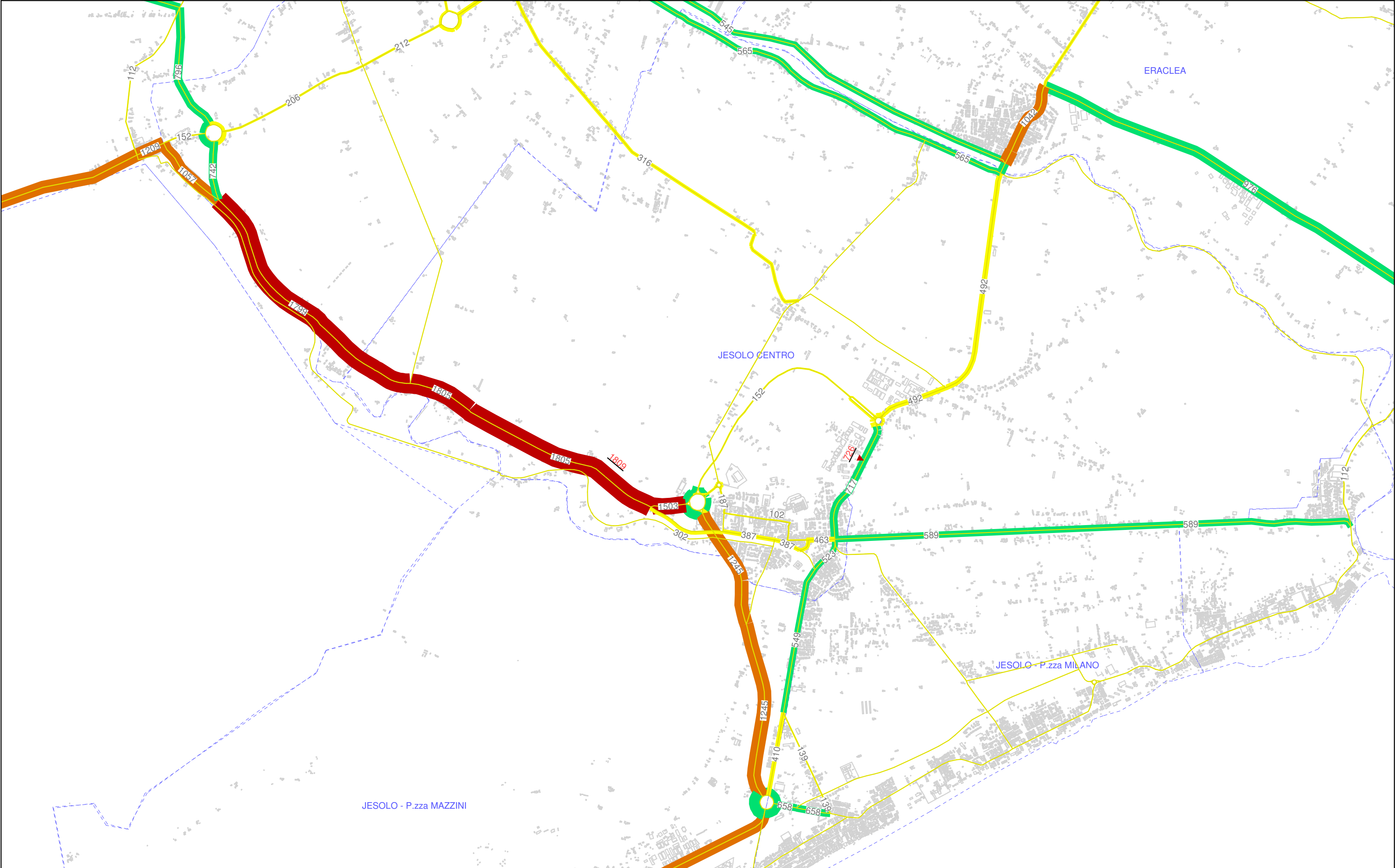
METODO SETRA	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1126	1330	1318	1003
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	1126	1314	904	828
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	100	99	69	83

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo SETRA: 4777 uvp/h

METODO CETUR	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1399	1500	1487	1142
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	1399	1484	1073	967
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	100	99	72	85

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo CETUR: 5528 uvp/h
 Tempi medi di attesa ai rami: Ramo A: 2 s Ramo B: 1 s Ramo C: 2 s Ramo D: 3 s.

La verifica tecnica del sistema circolatorio, considerato isolato rispetto alla rete circostante, ovvero senza considerare gli eventuali rallentamenti dovuti all'accesso all'area di sosta del Velodromo, e in rapporto al flusso veicolare massimo stimato per lo scenario di studio 1, evidenzia che il livello di deflusso del nodo risulta ottimale e garantisce ampi margini di riserva di capacità (superiori al 60%) anche nelle ore di massimo afflusso mattutino con un **livello di servizio complessivo del nodo pari ad A**.



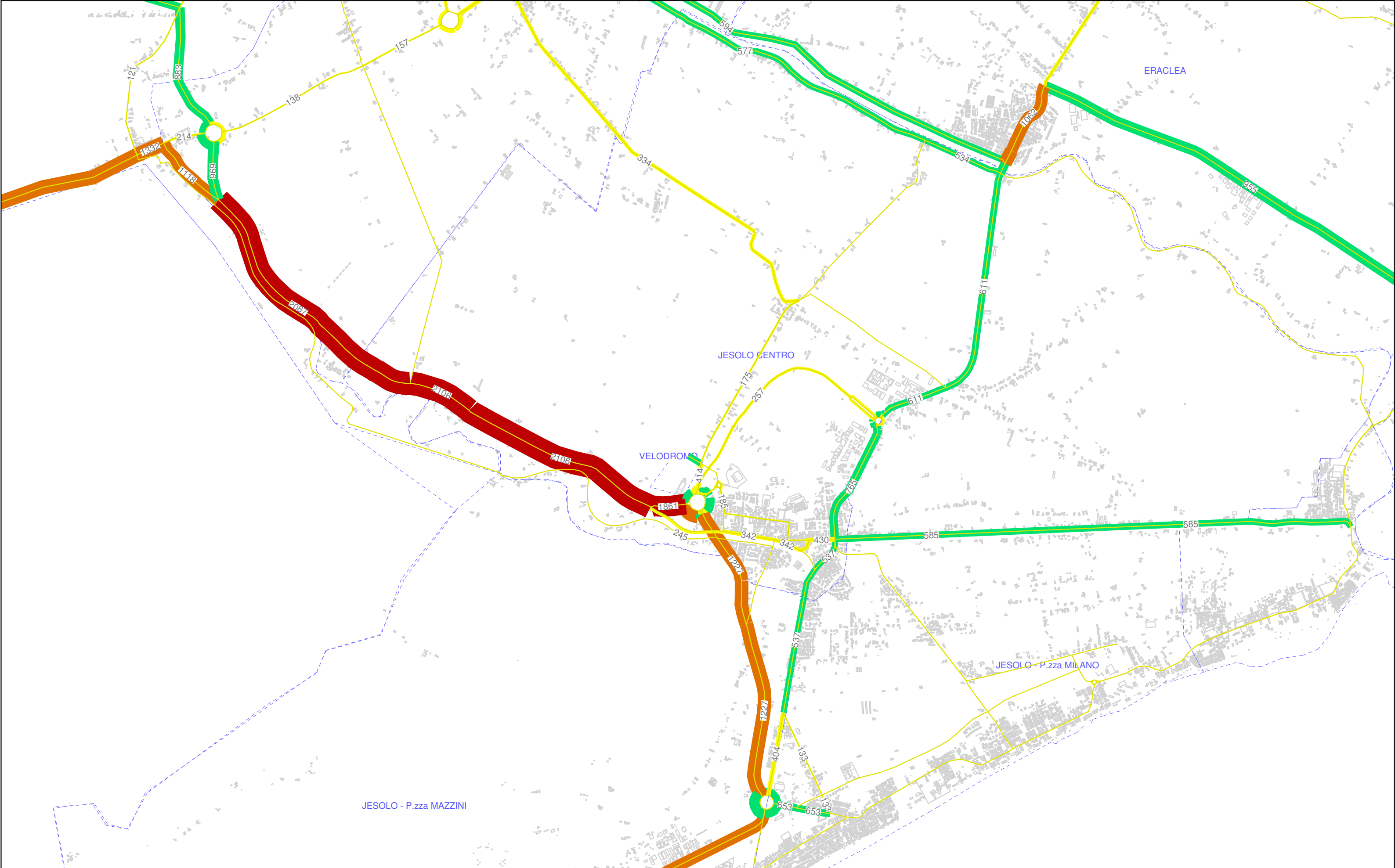
Legenda - scala grafica 1:90.000

- Confini comunali
- Aree urbanizzate

Scala flussi veicolari (veic/h)	
	≤ 500
	da 501 a 1.000
	da 1.001 a 1.500
	> 1.500

1.809
▲ Sezione rilievo
del traffico veicolare

ANALISI TRAFFICO VEICOLARE "PROGETTO VELODROMO"
TAVOLA 1 - Flussogrammi Scenario 0 - ANNO 2015 - Periodo Ottobre/Maggio
Rete viaria attuale
Intervallo orario di riferimento PUNTA DELLA MATTINA



Legenda - scala grafica 1:90.000

- Confini comunali
- Aree urbanizzate

Scala flussi veicolari (veic/h)	
[Yellow box]	<= 500
[Green box]	da 501 a 1.000
[Orange box]	da 1.001 a 1.500
[Red box]	> 1.500

ANALISI TRAFFICO VEICOLARE "PROGETTO VELODROMO"
TAVOLA 2 - Flussogrammi Scenario 1 con Evento Sportivo - ANNO 2015
Rete viaria attuale con viabilità Velodromo
Intervallo orario di riferimento PUNTA DELLA MATTINA

8 SCENARIO 2_CONCERTO ESTIVO: EFFETTI SULLA RETE VIARIA DELL’AREA DI STUDIO

Quanto di seguito esposto fa riferimento alle verifiche funzionali dei nodi e degli archi della rete in esame nel secondo scenario di studio (evento concertistico estivo).
 Le matrici O/D ricavate dal modello di simulazione implementato per il presente scenario, relativamente alla punta oraria serale della rete (ore 19.00-20.00) che comprende quindi il traffico attratto dall’evento, sono le seguenti:

Rotatoria A (esistente) – nodo SR 43 – Viale Mediterraneo

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	846	0	484	1.330
Ramo B	868	0	0	9	877
Ramo C	403	0	0	0	403
Ramo D	564	0	0	0	564
Flussi Uscita	1.835	846	0	493	3.174

(NOTA: il modello di simulazione fa transitare attraverso la rotatoria “A” 775 veicoli su 813 complessivamente attratti. I rimanenti accedono alla struttura da via Vecellio)

Rotatoria B (in progetto) – via Vecellio - nuova bretella di accesso all’area

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	0	0	0	0
Ramo B	20	0	0	10	30
Ramo C	461	0	0	0	0
Ramo D	332	15	0	0	10
Flussi Uscita	813	15	0	10	838

8.1 Scenario 2_Concerto estivo: LOS - livelli di servizio dei principali ASSI viari dell’area

In base ai dati desunti dalla modellazione dello scenario in parola, si riportano di seguito i risultati relativi alla stima del LOS (livelli di servizio) riferiti alle principali aste viarie dell’area di studio. Le sezioni stradali sono le medesime oggetto di monitoraggio nel precedente scenario.

Livelli di servizio – Scenario 2 – Fine Settimana – ora di punta della sera della rete			
Sezione / Postazione	Flussi veicolari stimati	LOS di Progetto	LOS Attuale
Sezione 1 – SR 43 via Adriatico nord	3023	D/E	D/E
Sezione 2 – SR 43 via Adriatico sud	1723	D	D
Sezione 3	403	A	A
Sezione 4 – viale Mediterraneo	321	B	A
Sezione 5-bretella in progetto	813	C	-

Dai dati riportati si desume che i livelli di servizio rimangono sostanzialmente invariati sulle sezioni esaminate, con l’eccezione di una lieve variazione su viale Mediterraneo (LOS A attuale, LOS B nello scenario di progetto). Infine, la nuova bretella che consentirà l’accesso all’area da via Mediterraneo avrà un adeguato livello di servizio C in ora di punta.

8.2 Scenario 2_Concerto estivo: LOS - livelli di servizio dei principali NODI viari dell’area

Nei paragrafi che seguono sono illustrati in dettaglio i risultati analitici delle verifiche svolte sui due nodi esaminati.

8.2.1 Scenario 2_Concerto estivo: verifica rotatoria A (esistente) – nodo SR 43 – Viale Mediterraneo

Le verifiche condotte fanno riferimento all’esistente nodo tra la SR 43 e viale Mediterraneo sul quale andrà ad innestarsi la bretella di accesso al Velodromo.

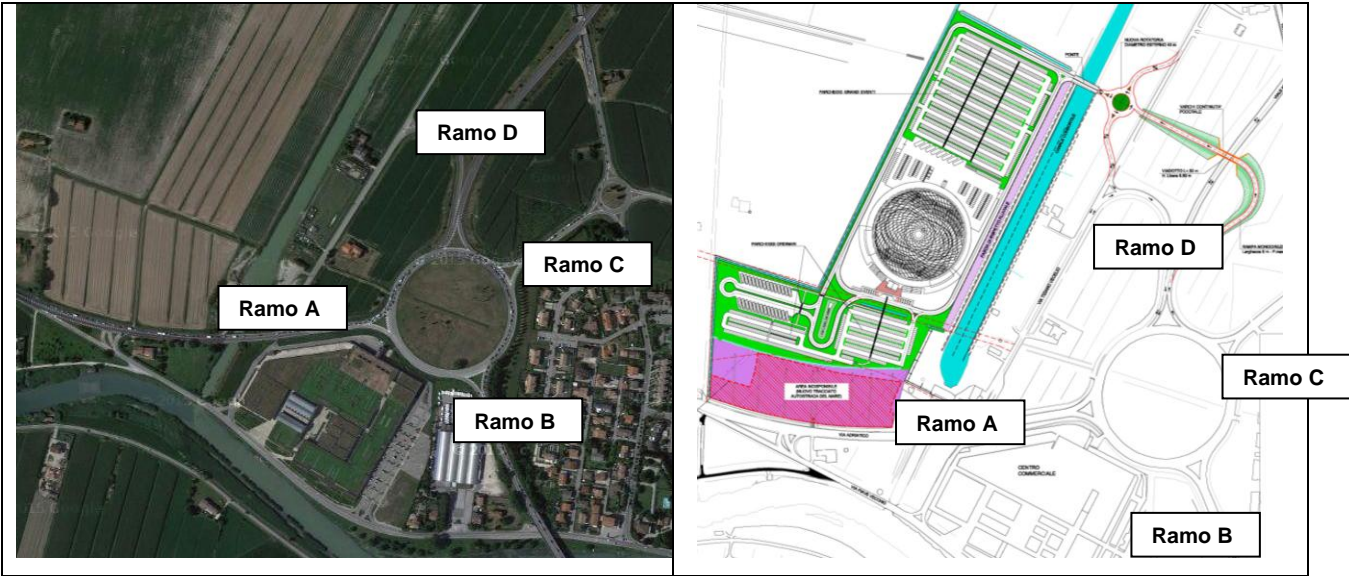


Immagine 8.1: Schema nodo con rotatoria su SR 43/viale Mediterraneo

La matrice origine-destinazione dei flussi veicolari afferenti al nodo in parola, funzionale alla verifica tecnica, è stata desunta dal modello matematico di simulazione implementato per la presente analisi, e tiene conto del traffico attratto dalla struttura di progetto per l’evento estivo.

Nell’intervallo di riferimento dell’ora di punta serale della rete si ottiene quanto segue:

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	846	0	484	1.330
Ramo B	868	0	0	9	877
Ramo C	403	0	0	0	403
Ramo D	564	0	0	0	564
Flussi Uscita	1.835	846	0	493	3.174

Applicando i metodi di calcolo predefiniti si verifica la capacità del sistema nel intervallo orario di riferimento (tra le 18:00 e le 19:00), e in base alle geometrie si ottiene:

TRAFFICO CIRCOLANTE	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)	0	484	1361	1271
Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)	1835	846	0	493
Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)	1330	877	403	564

METODO SETRA	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1530	1223	638	913
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	200	346	235	349
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	13	28	37	38

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo SETRA: 4304 uvp/h

METODO CETUR	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1335	1077	706	1015
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	5	200	303	451
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	0	19	43	44

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo CETUR: 4132 uvp/h
 Tempi medi di attesa ai rami: Ramo A: >50 s Ramo B: 15 s Ramo C: 13 s Ramo D: 9 s.

La verifica tecnica del sistema circolatorio, in rapporto al flusso veicolare massimo stimato per lo scenario di studio 2 (concerto estivo), evidenzia che il livello di deflusso del nodo risulta problematico con un livello di servizio complessivo del nodo E, dovuto allo sbilanciamento dei flussi in ingresso/uscita nell’ora di massimo afflusso.

Si raggiunge dunque la saturazione del nodo in esame nell’ora di punta serale in periodo estivo, ed in particolare del ramo A (SR43), limitando l’accessibilità alla località balneare di Jesolo. Va segnalato come tale situazione di congestione sia già presente anche allo stato attuale, ed è risolvibile solo attraverso il potenziamento della SR43. In tal senso è già stato presentato il progetto denominato “Autostrada del mare” che prevede il raddoppio della “Treviso-Mare” (SR89, var. SS14, SR43). Giova altresì ricordare che il progetto del Velodromo rispetta i vincoli urbanistici imposti da tale progetto.

8.2.2 Scenario 2_Concerto estivo: verifica rotondia B (in progetto) – via Vecellio - nuova bretella di accesso all’area

Le verifiche condotte fanno riferimento al nodo tra via Vecellio (Rami B e D), la nuova bretella di collegamento che si diparte da viale Mediterraneo e consente l’accesso all’area del velodromo (Ramo C), ed un quarto ramo (Ramo A), l’accesso all’area del parcheggio attraverso il ponte sul canale Terzo.

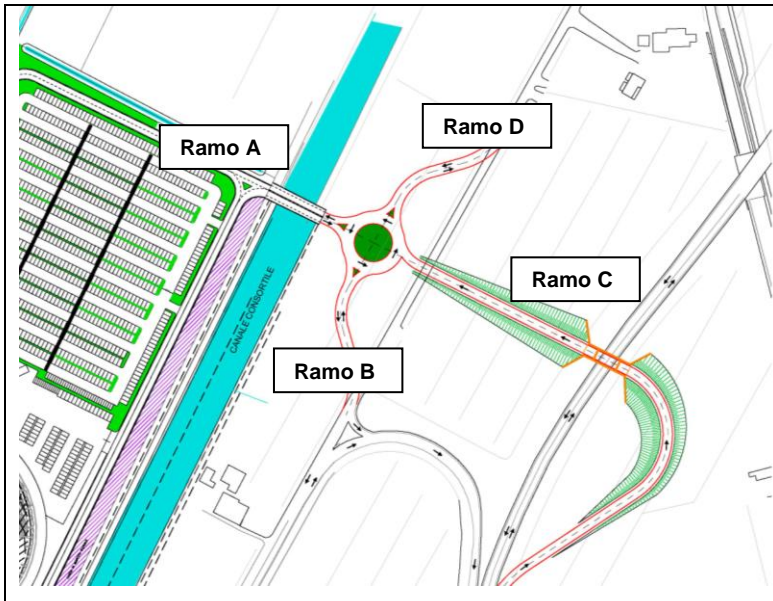


Immagine 8.2: Schema nodo con rotondia su via Vecellio – nuova bretella

Come nel precedente paragrafo, si riporta la matrice origine-destinazione dei flussi veicolari afferenti al nodo in parola desunta dal modello matematico di simulazione implementato per la presente analisi.

O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	0	0	0	0
Ramo B	20	0	0	10	30
Ramo C	461	0	0	0	0
Ramo D	332	15	0	0	10
Flussi Uscita	813	15	0	10	838

Le verifiche della capacità del sistema rotatorio nell’intervallo orario di riferimento (tra le 18:00 e le 19:00), consentono di ottenere i seguenti risultati:

TRAFFICO CIRCOLANTE	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Traffico circolante davanti ai rami da A a D (Qc)	15	0	30	481
Traffico uscente dai rami da A a D (Qu)	813	15	0	10
Traffico entrante ai rami da A a D (Qe)	0	30	461	347

METODO SETRA	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1044	1325	1307	961
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	1044	1295	846	614
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	100	98	65	64

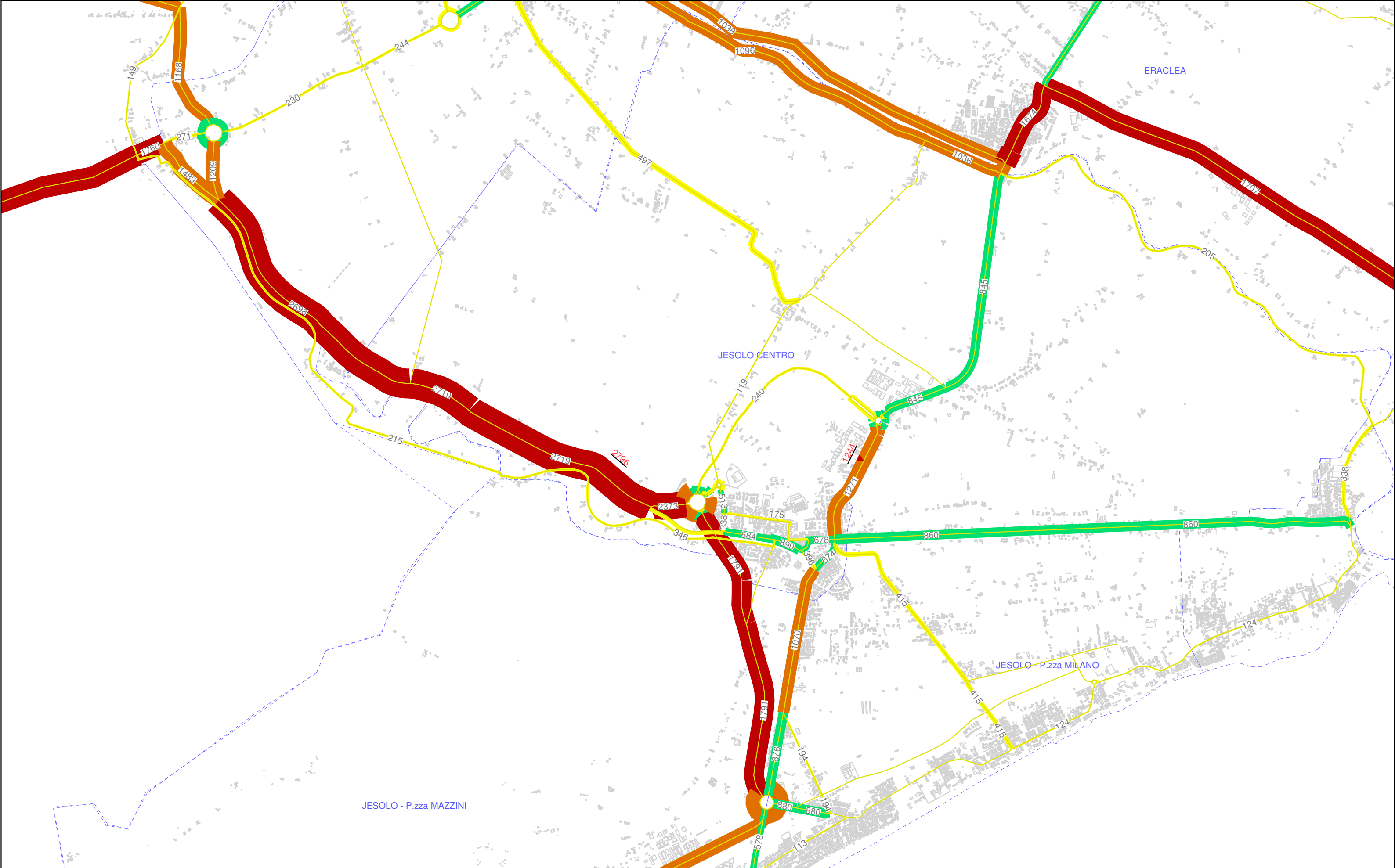
Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo SETRA: 4637 uvp/h

METODO CETUR	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D
Capacità ai rami (C) uvp/h	1652	1498	1475	1098
Riserva di traffico ai rami (R): [valori assoluti uvp/h]	1352	1468	1014	751
Riserva di traffico ai rami (R): [valori percentuali (R/C) %]	100	98	69	68

Capacità totale della rotonda (Ct), con il Metodo CETUR: 5422 uvp/h

Tempi medi di attesa ai rami: Ramo A: 2 s Ramo B: 1 s Ramo C: 2 s Ramo D: 4 s.

La verifica tecnica del sistema circolatorio, in rapporto al flusso veicolare massimo stimato per lo scenario di studio 2 e considerato isolatamente rispetto alla rete viaria circostante, evidenzia che il livello di deflusso del nodo risulta buono e garantisce ampi margini di riserva di capacità, superiori al 60%, anche nelle ore di massimo afflusso serale, con un livello di servizio complessivo del nodo pari a A.



Legenda - scala grafica 1:90.000

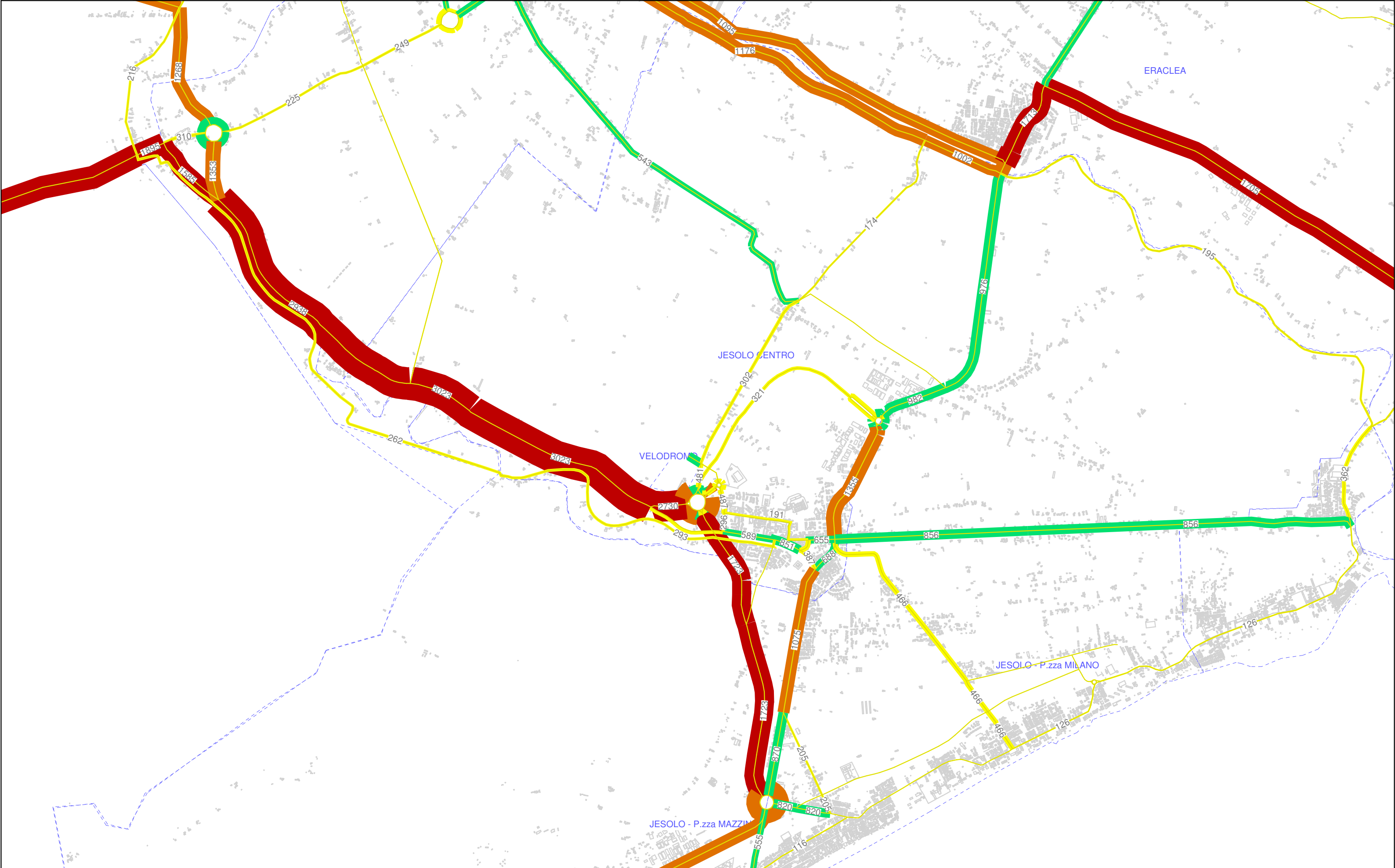
- Confini comunali
- Aree urbanizzate

Scala flussi veicolari (veic/h)	
	<= 500
	da 501 a 1.000
	da 1.001 a 1.500
	> 1.500

2.796
▲ Sezione rilievo
del traffico veicolare

ANALISI TRAFFICO VEICOLARE "PROGETTO VELODROMO"
TAVOLA 3 - Flussogrammi Scenario 0 - ANNO 2015 - Periodo Giugno/Settembre

Rete viaria attuale
Intervallo orario di riferimento PUNTA SERALE

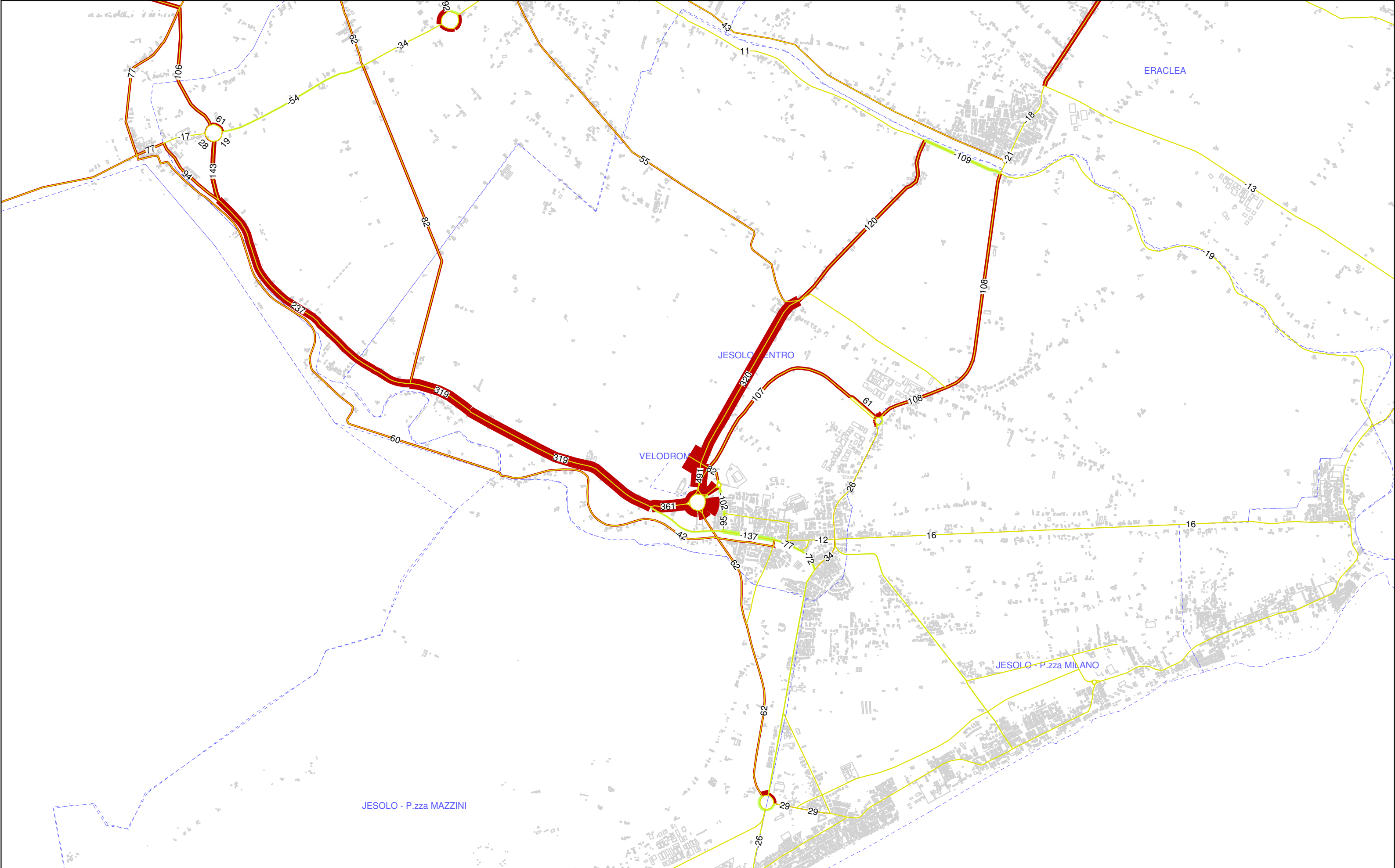


Legenda - scala grafica 1:90.000

- Confini comunali
- Aree urbanizzate

Scala flussi veicolari (veic/h)	
	≤ 500
	da 501 a 1.000
	da 1.001 a 1.500
	> 1.500

ANALISI TRAFFICO VEICOLARE "PROGETTO VELODROMO"
TAVOLA 4 - Flussogrammi Scenario 2 con Concerto - ANNO 2015
Rete viaria attuale con viabilità Velodromo
Intervallo orario di riferimento PUNTA SERALE



Legenda - scala grafica 1:90.000

- Confini comunali
- Incremento flussi veicolari
- Decremento flussi veicolari

ANALISI TRAFFICO VEICOLARE "PROGETTO VELODROMO"
TAVOLA 6 - Rete di differenza Scenario 2 - Scenario 0 - ANNO 2015
Rete viaria attuale con viabilità di accesso al Velodromo
Intervallo orario di riferimento PUNTA SERALE

9 VERIFICHE ACCESSIBILITA' E DISPONIBILITA' STALLI DI SOSTA

Sono qui valutate l'accessibilità all'area di sosta e la disponibilità degli stalli in progetto, in relazione ai dati progettuali ed ai flussi veicolari stimati in ingresso alla struttura.

9.1 Verifica dell'accessibilità all'area di parcheggio

Il fenomeno di accesso all'area del parcheggio della struttura sportiva in progetto può essere modellato secondo la teoria delle code elaborata da D.G. Kendall.

In base a tale teoria le code sono classificate attraverso una notazione del tipo A/B/C, che fornisce una descrizione immediata del modello del sistema a code:

- A) Codice che descrive la distribuzione di probabilità dei tempi di arrivo degli utenti nel sistema. I codici sono:
- M per "di Markov", implicante una distribuzione esponenziale negativa unilatera per i tempi di servizio o tra gli arrivi;
 - D per distribuzione "degenere" o "deterministica" dei tempi di servizio;
 - E_k per una distribuzione di Erlang con k come parametro di forma;
 - G per una distribuzione "Generale".
- B) Codice che rappresenta la distribuzione di probabilità dei tempi di servizio degli utenti, usando gli stessi simboli.
- C) Il numero di canali di servizio, detti anche serventi, o server.

La coda oggetto di studio è classificabile come G/D/1 con disciplina FIFO (first in- first-out), ovvero come un processo di arrivi generale (G), non definito da una particolare funzione probabilistica, ma che tenga conto del fattore dell'ora di punta, con un “tempo di servizio determinato” (D) (numero di accessi/minuto), un solo server (accesso) e nella quale l'ordine con il quale sono serviti gli utenti nella coda è FIFO- First in first out (utenti serviti in base all'ordine di arrivo).

Applicando il fattore di punta orario utilizzato nelle simulazioni precedentemente descritte ed ipotizzando una realistica frequenza di accessi all'area di sosta, si ha:

- fattore di punta orario (PHF) del sistema sia **PHF=0.75**;
- Tempo di servizio pari a 4 secondi (Accedono al parcheggio in media **15 veicoli/minuto**).

Tali parametri sono utilizzati per la valutazione degli accodamenti in entrambi gli scenari di studio. È così possibile determinare il numero massimo di utenti in coda e conseguentemente la lunghezza della stessa, al fine di valutarne l'eventuale interferenza con il sistema viabilistico circostante. Per i due scenari si ottiene:

Scenario 1

Dato il valore complessivo di veicoli in accesso in ora di punta (605), in questo scenario **non si ha la formazione di code significative in ingresso all'area** (utenti un coda inferiori alle 5 unità).

Scenario 2

Dato un valore complessivo di 813 veic/ora di punta, si ottiene un **valore massimo di circa 48 utenti in attesa nel sistema,** corrispondente ad una **lunghezza massima di coda di 360m circa.**

Considerando che sono disponibili le seguenti lunghezze di accumulo:

Asse di viabilità interna lato ovest	370m
Asse di viabilità interna lato nord	150m
Ponte su canale Terzo e semirotatoria	115m
Bretella di accesso da viale Mediterraneo	350m
Lunghezza totale di accumulo	985m

la zona di accumulo rappresentata dalla nuova bretella, dalla rotatoria, dall'accesso all'area di sosta, nonché di un tratto di viabilità interna, **è sufficiente ad accogliere i veicoli in coda senza che questi intralcino la viabilità ordinaria,** con un'ulteriore riserva di capacità del 170% circa.

9.2 Verifica della disponibilità degli stalli di sosta

La stima dell’entità del volume di traffico complessivamente generato dalla struttura del velodromo e la relativa distribuzione degli accessi (IN) –egressi (OUT) nell’arco di una giornata di gare, consentono di determinare il fabbisogno orario di stalli di sosta, calcolato nella seguente tabella:

ore	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
TOTAL in	121	605	339	61	-	121	242	303	121	109	97	97	97	24	-
turnover %		0%	10%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	0%
TOTAL out	-	-	97	-	424	-	-	61	121	230	218	97	97	508	484
Fabbisogno stalli di sosta	121	726	968	1.029	605	726	968	1.210	1.210	1.089	968	968	968	484	-

Il numero massimo di stalli di sosta necessari a soddisfare la domanda è di 1210 (tra le 16.00 e le 18.00, quando si ha l'ipotesi di massimo riempimento dell'area di parcheggio). Pertanto, si può affermare **che il numero di stalli di sosta in progetto (circa 1270) è sufficiente a soddisfare la domanda durante una manifestazione sportiva.**

Per quanto riguarda **l’evento concertistico**, il numero di veicoli attratti dalla struttura (1625 veicoli complessivi) supera il numero di stalli disponibili (1270 circa), e deve essere pertanto valutata la **possibilità di usufruire di altre aree di sosta in prossimità della struttura**, quali ad esempio i parcheggi in uso pubblico di cui è dotato il centro commerciale “I Giardini di Jesolo”. Si tratta di eventi poco frequenti e con caratteristiche tali da non essere razionalmente considerati quali riferimento per il dimensionamento degli stalli di sosta poiché comporterebbero una sovra valutazione della domanda ponderata di parcheggio.

Si osserva infine che la struttura del Velodromo sarà dotata di stalli di sosta per autobus (1 stallo di sosta per mezzi pubblici di linea e 28 stalli per bus privati) in numero sufficiente a soddisfare la domanda, stimata in circa 30 mezzi per entrambi gli eventi.

10 ANALISI E VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il presente rapporto costituisce il Traffic Impact Study del polo sportivo-turistico-commerciale del “Velodromo” di Jesolo, ovvero l'analisi dell'assetto viabilistico indotto dalla realizzazione della struttura in progetto. La struttura sarà collocata nel territorio comunale di Jesolo lungo la SR 43 “del Mare”, in prossimità del nodo tra la strada regionale e viale Mediterraneo, avrà uno sviluppo territoriale complessivo di circa 13ha, comprensivo di superfici coperte, viabilità interna e aree di sosta, assumerà rilevanza nazionale e consentirà di ospitare eventi sovranazionali.

Lo studio è stato articolato come segue:

- a. Inquadramento del sistema infrastrutturale esistente e di progetto;
- b. Analisi dei flussi di traffico attuali sulla rete e sui nodi prossimi dell'area di analisi, utilizzando come base di partenza i dati ricavati dall'ampio database di rilievi del traffico SIRSE disponibile presso le provincie di Venezia e Treviso, integrati dalla scrivente con indagini svolte lungo alcune delle aste di adduzione, al fine determinare i valori del livello di servizio (LOS) riferiti agli intervalli orari che saranno presi a riferimento dell'analisi;
- c. Determinazione della consistenza e della distribuzione dei flussi attratti/generati dalla struttura in progetto con due differenti metodi di analisi;
- d. Implementazione di un modello matematico di assegnazione del traffico veicolare e analisi della distribuzione dei flussi viari sulla rete dell'area in 2 distinti scenari di studio così definiti:

Scenario 1 - REALIZZAZIONE OPERE VIARIE FUNZIONALI ALL'ACCESSIBILITA' DELL'AREA – EVENTO SPOTIVO IN STAGIONE INVERNALE (ottobre-maggio)

Scenario 2 - REALIZZAZIONE OPERE VIARIE FUNZIONALI ALL'ACCESSIBILITA' DELL'AREA – EVENTO CONCERTISTICO IN STAGIONE ESTIVA (giugno-settembre).

Entrambi gli scenari in analisi tengono conto della realizzazione delle seguenti opere viarie propedeutiche e funzionali all'accessibilità dell'area:

1. Realizzazione di una nuova bretella a unico senso di marcia in direzione dell'impianto finalizzata a garantire un accesso diretto alla struttura direttamente dal nodo tra la SR n. 43 e Viale Mediterraneo;

2. Realizzazione di una rotatoria tra la nuova bretella e via Vecellio;

3. Realizzazione di un ponte sul canale Terzo. Il ponte rappresenta l'accesso alle aree di sosta delle strutture in progetto.

- e. Verifica della capacità residua della rete, calcolo dei livelli di servizio attesi sulla viabilità e sui nodi esistenti, analisi della disponibilità degli stalli di sosta e dell'accessibilità all'area del parcheggio.

Da quanto esposto nel corso delle analisi è emerso:

- f. Nella configurazione valutata nello **scenario 1**, i flussi indotti (attratti /generati dalla struttura) sono circa **1.210 veicoli/giorno**, e l'ora di punta più gravosa è individuata nell'intervallo tra le 10:00 e le 11:00 e vede un afflusso di **605 veicoli/ora**.

In tale scenario **il sistema infrastrutturale valutato risulta in grado di assorbire i flussi incrementali e non sono presenti significativi fenomeni di accodamenti o limitazioni di capacità** rispetto alle attuali condizioni di deflusso veicolare sulla rete, ad eccezione di marginali viscosità che tendono a verificarsi sulla SR43 “del mare”.

- g. La configurazione più gravosa, per entità di spostamenti indotti e per le condizioni della rete in periodo estivo, è simulata nello **scenario 2**. In tale scenario è stato valutato un volume di traffico complessivamente attratto dalla struttura di **1650 veicoli**, dei quali **805** convergono al Velodromo nell'ora di punta, tra le 19.00 e le 20.00.

Complessivamente, dall'analisi condotta, si evince che **il livello di deflusso della rete varia in esame non verrà significativamente alterato, sebbene** anche in questo scenario perdurino le **viscosità sulla SR43 e sul nodo tra la stessa SR e viale Mediterraneo**, con un peggioramento della qualità del deflusso sul nodo, già peraltro critico.

È da evidenziare in questo scenario che l'entità del traffico che andrà ad impegnare la rete sommandosi al volume attualmente presente, varia significativamente in relazione alla tipologia di evento in programma e che l'effetto sulla rete è differente a seconda che l'evento si svolga o meno nel fine settimana. La simulazione effettuata è relativa alla situazione in assoluto più critica, ovvero in corrispondenza di un evento nel fine settimana e della massima affluenza al Velodromo.

- h. **Le opere viarie in progetto**(bretella di accesso da viale Mediterraneo, rotatoria su via Vecellio, accesso all'area di sosta) **garantiscono livelli di capacità e servizio adeguati** (LOS A per la rotatoria, B/C per la bretella di accesso) ed in grado di sopportare il flusso veicolare

attratto/generato dal Velodromo, risultando pertanto adeguate a soddisfare la domanda di mobilità prevista.

- i. Il numero di **stalli di sosta** in progetto (1270 posti auto, 27 stalli per autobus) risulta adeguato al soddisfacimento della domanda in occasione di eventi sportivi, mentre è insufficiente nello scenario 2- evento concertistico, nel quale deve essere pertanto valutata la possibilità di usufruire di altre aree di sosta disponibili in prossimità della struttura, quali ad esempio i parcheggi in uso pubblico di cui è dotato il centro commerciale “I Giardini di Jesolo”.

APPENDICE A: DEFINIZIONI ED ELEMENTI DI TECNICA DELLA CIRCOLAZIONE

L'entità del traffico può essere rappresentata attraverso differenti parametri. L'analisi e le considerazioni sui flussi indotti dall'insediamento necessitano perciò di riferimenti teorici che vengono sinteticamente forniti di seguito.

Le condizioni di deflusso in un tronco stradale sono notoriamente espresse sulla base del rapporto fra traffico veicolare e proprietà tecnico-funzionali della piattaforma, da esplicitare mediante opportuni parametri.

Il traffico può essere caratterizzato mediante diverse grandezze (numero di veicoli circolanti, composizione del parco veicolare, quantità di merci trasportate, numero di viaggiatori, peso totale del trasporto, velocità dei mezzi..), riferite, comunque, ad una prefissata unità temporale e disaggregate in funzione di tipologia e modalità di trasporto, ovvero correlate alla lunghezza dell'itinerario percorso o del tronco esaminato.

Per definire la capacità di un asse stradale, devono essere preventivamente quantificati alcuni parametri, necessari per rappresentarne le correnti condizioni di esercizio.

I principali a cui si farà riferimento nel seguito sono:

- Volume di traffico orario o flusso orario Q (veic/h): numero di veicoli che transitano, in un'ora, attraverso una data sezione stradale; il volume può essere definito dal numero di veicoli che passano nella singola corsia o senso di marcia ovvero nei due sensi, e può essere qualificato per tipologia veicolare; il volume orario medio è il rapporto fra numero di veicoli censiti in una sezione stradale ed il numero di ore in cui è durato il rilevamento.
- Flusso di servizio Q_S (veic/h per corsia): secondo l'HCM (Highway Capacity Manual del Transportation Research Board statunitense), è definito dal massimo valore del flusso orario dei veicoli che transitano attraverso una singola corsia o sezione stradale, in prefissate condizioni di esercizio; tale flusso è espresso come il volume massimo che transita nel periodo di 15 minuti, ma rapportato all'ora. Il rapporto tra volume orario e volume massimo in 15 minuti riferito all'ora si definisce *Fattore dell'ora di punta* (Phf).
- Capacità: si conviene definire capacità o più specificatamente capacità possibile di una strada il massimo numero di veicoli che vi possono transitare in condizioni prevalenti di strada e di traffico. La capacità rappresenta la risposta dell'offerta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento; sarà soddisfacente dal punto di vista tecnico quando si mantiene superiore alla portata, dal punto di vista tecnico ed economico insieme quando praticamente uguaglia la portata;

- Traffico medio giornaliero annuo Tmga: è il rapporto fra il numero di veicoli che transitano in una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365. 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 medio giornaliero Tmg definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in un 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;
- Densità di traffico D: è il numero di veicoli che, per corsia, si trovano nello stesso istante in un definito tronco stradale; la densità misura il numero di veicoli per miglio o per chilometro e per corsia;
- Densità critica: è la densità di circolazione allorquando la portata raggiunge la capacità possibile di una strada (vedi definizioni successive);
- Portata (volume di circolazione o di flusso): numero di veicoli che transitano per una sezione della strada (o corsia, in un senso od in entrambi i sensi) nell'unità di tempo; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. La portata rappresenta una situazione di fatto, che tende ad uguagliare la domanda di movimento dei veicoli; e questa alla sua volta tende ad uguagliare quello che possiamo chiamare il desiderio di mobilità dell'utenza;
- Livello di servizio: si definisce come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico; si tratta, perciò, di un indice più significativo della semplice conoscenza del flusso massimo o capacità. I livelli di servizio, indicati con le lettere da A ad F, *dovrebbero coprire tutto il campo delle condizioni di circolazione; il livello A rappresenta le condizioni operative migliori e quello F le peggiori. Il livello di servizio è una misura qualitativa dell'effetto di un certo numero di 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.* In pratica la scelta dei singoli livelli è stata definita in base a particolari valori di alcuni di questi fattori. Da rilevare che la progettazione stradale avviene facendo riferimento ai livelli servizio B e C, e non al livello A che comporterebbe "diseconomicità" della struttura, essendo sfruttata pienamente per pochi periodi nella sua vita utile.

Sulla base del flusso di servizio Q_S, si può determinare la densità di traffico D, ovvero il numero di veicoli che, per corsia, si trova nello stesso istante in un definito tronco stradale. La densità è correlata a flusso di servizio e velocità media di deflusso V_m dalla relazione:

$$Q_S = V_m \times D$$

Le condizioni di deflusso di una corrente di traffico (quantificata come sopra) sono determinate da diversi fattori, e, in particolare, dalle interazioni reciproche fra i veicoli e dalle caratteristiche della piattaforma stradale lungo la quale avviene il transito.

Una corrente veicolare si dice di tipo *ininterrotto* quando le condizioni interne ed esterne della corrente stessa sono tali da non determinare interruzioni nella circolazione o da imporre variazioni di velocità nei mezzi.

Viceversa, il traffico si dice *interrotto* se sussistono, lungo la strada elementi tali da produrre interruzioni periodiche nella corrente (incroci semaforizzati, intersezioni), o da determinare significativi rallentamenti e riduzioni di velocità.

Per una corretta analisi delle condizioni di movimento di una corrente veicolare su una data arteria occorre stimare il massimo volume di traffico, in veicoli all'ora, che si può raggiungere nella medesima. Questo valore massimo, riferito alla singola corsia e al singolo tronco – con caratteristiche di uniformità – costituisce la capacità della strada. Il valore della capacità, che può chiamarsi ideale (C_i), deve corrispondere a precise condizioni operative riguardanti la geometria della medesima, il traffico e i dispositivi di regolazione e controllo della circolazione.

La capacità, inoltre, si riferisce sempre al flusso relativo ad un intervallo di tempo limitato (15 minuti), nel quale può ammettersi costanza di condizioni, salvo poi rapportare tale indicazione all'ora intera.

Se il traffico è ininterrotto, per strade con carreggiata a più corsie separate da spartitraffico le condizioni ideali di deflusso assunte dal HCM per un ambito sub-urbano (Cap. 3), possono essere le seguenti:

1. caratteristiche della strada:
 - velocità di progetto $V = 112 \text{ Km/h}$ /70 miglia/h);
 - larghezza minima di corsia di 3,66 m (12 ft);
 - distanza minima di ostacoli dai cigli di 1,80 m (6 ft).
2. traffico costituito solo da autovetture.

In queste condizioni la capacità è pari a $C_i = 2.000 \text{ veic/h}$ per corsia, e si riduce a 1.900 veic/h se la velocità di progetto è inferiore (80 Km/h, ovvero 50 miglia/h). Se le ipotesi predette non sono rispettate si deve ricorrere all'utilizzo di coefficienti correttivi per rendere attendibile la valutazione.

Nel caso di strade a carreggiata unica a due corsie, (HCM Cap. 8) in condizioni "ideali", la capacità, riferita al volume totale nei due sensi, si può assumere pari a 2.800 veic./h.

Le condizioni "ideali" sono le seguenti:

- velocità di progetto maggiore o uguale a 96 Km/h (60 miglia/h);
- larghezza di corsia di almeno 3.66 m (12 ft);
- larghezza della banchina di almeno 1.80 m (6 ft);
- nessun attraversamento o altro condizionamento nel tronco in esame;
- circolazione di sole autovetture;
- volume di traffico uguale nei due sensi di marcia.

Nel caso di strade a carreggiata unica a due o quattro corsie in ambito urbano, considerando le interferenze tra flussi veicolari determinate dalla ridotta velocità di circolazione, dalla presenza di accessi carrabili, immissioni, attraversamenti pedonali, diventa difficile attribuire al parametro capacità una valenza decisiva agli effetti della caratterizzazione delle condizioni di deflusso, per quanto "ininterrotto" questo possa essere. La brevità delle strade urbane rende altresì poco credibile la definizione univoca di Livelli di servizio per singoli tronchi.

In generale, *livello di servizio* si definisce come misura dell'attitudine di una strada a smaltire il traffico veicolare. I livelli di servizio, indicati con lettere tra A ed F, schematizzano tutte le possibili condizioni di circolazione: il livello A rappresenta le condizioni operative migliori, il livello F quelle peggiori. Intuitivamente, i vari livelli di servizio definiscono i seguenti stati di circolazione:

- livello A: circolazione libera. Ogni veicolo si muove senza alcun vincolo e in libertà assoluta di manovra entro la corrente di appartenenza: massimo comfort, flusso stabile;
- livello B: circolazione ancora libera, ma con modesta riduzione della velocità. Le manovre cominciano a risentire della presenza di altri utenti: comfort accettabile, flusso stabile;
- livello C: la presenza di altri veicoli determina vincoli sempre maggiori sulla velocità desiderata e la libertà di manovra. Si hanno riduzioni di comfort, anche se il flusso è ancora stabile;
- livello D: il campo di scelta della velocità e la libertà di manovra si riducono. Si ha elevata densità veicolare nel tratto stradale considerato se insorgono problemi di disturbo: si abbassa il comfort ed il flusso può divenire instabile;
- livello E: il flusso si avvicina al limite della capacità compatibile e si riducono velocità e libertà di manovra. Il flusso diviene instabile (anche modeste perturbazioni possono causare fenomeni di congestione),
- livello F: flusso forzato. Il volume si abbassa insieme alla velocità e si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino alla paralisi.

Nelle strade a carreggiata unica è di grande importanza l'influenza, sul livello di servizio, dell'andamento piano – altimetrico del tracciato, specialmente se nella corrente di traffico è sufficientemente elevato il numero di veicoli pesanti.

In queste strade, infatti, il flusso di servizio e la circolazione risultano vincolati dalla possibilità di effettuare sovrappassi e, conseguentemente, dalla differenziazione dei flussi di traffico nei due sensi, dato che la corrente di una direzione risulta condizionata, talvolta in maniera determinante, da quella che si sviluppa in senso opposto.

La metodologia classica (HCM 2000 – cap.8) utilizzata per il calcolo del livello di servizio di strade a corsie indivise (ad una corsia per senso di marcia) è descritta di seguito.

Il flusso di servizio Q_s di una strada per i due sensi di marcia è dato dalla relazione:

$$Q_s = 2.800 \times (Q/C)_i \times f_1 \times f_2 \times f_3$$

essendo:

- C_i è la capacità ideale così definita

$C_i = 2800 \times F.h.p.$ (fattore dell'ora di punta, che influenza in modo non trascurabile il flusso, varia tra 0,91 e 1 passando dal livello di servizio A a quello E)

- $(Q/C)_i$ rapporto tra flusso e capacità in condizioni ideali per dato livello di servizio (valore tabulato), varia tra 1 e 0,6 passando dal livello di servizio E a quello A

- f_1 fattore correttivo per *distribuzione del traffico* (variabile tra 0,71 e 1)

- f_2 fattore correttivo per *riduzione della larghezza di corsia o delle banchine* (variabile tra 0,66 e 1, a seconda del livello di servizio, della larghezza delle corsie e delle banchine)

- f_3 fattore correttivo per la *presenza di traffico pesante* (dipendente dalla percentuale di autocarri, in ragione delle situazioni piano altimetriche del tracciato).

Tab. 8.4 dell'HCM (Adjustment factor for directional distribution on general terrain segments) fornisce i valori del primo indice di correzione (f_1), dipendente dalla ripartizione dei flussi tra le direzioni di marcia, per distribuzioni tra 100/0 (tutto il traffico incanalato in unica direzione) e 50/50 (traffico egualmente distribuito nei due sensi di marcia).

f_2 si ricava da tab. 8.5 HCM (Adjustment factors for the combined effect of narrow lanes and restricted shoulder segments) fornisce la definizione del numero equivalente di autovetture per mezzi pesanti (ET), in ragione della situazione piano-altimetrica del tracciato.

Il coefficiente f_3 è dato da:

$$f_3 = 1/(1 + P_A \times (E_A - 1)) \text{ in cui:}$$

- P_A è la percentuale di veicoli pesanti.
- E_A è il numero di autovetture equivalenti per gli autocarri dipendente dal livello di servizio fissato e dalle caratteristiche piano-altimetriche (valore tabulato).

Sulla base dei principi teorici illustrati, applicando la formula relativa al calcolo del livello di servizio, e basandosi sui valori massimi misurati nelle diverse sezioni di rilievo dei flussi veicolari effettuati, se ne desume quanto segue:

Livello di servizio "D"

$$F.h.p. = 0.95 \Rightarrow C_i = 2800 \times 0.95 = 2660 \text{ veic/h}$$

$$(Q/C)_i = /2660 = 0.9$$

$f_1 = 0.94$ avendo ipotizzato una distribuzione di traffico nei due sensi di tipo 60/40 (valore costante per i vari livelli di servizio)

$f_2 = 0.92$ è stato fissato questo valore una volta valutata la larghezza media delle corsie e delle banchine (fisso per i vari livelli di servizio).

$$f_3 = 1 / (1 + 0.10 \times (1.6 - 1)) = 0.94$$

in quanto $P_A = 0.10$ ed $E_A = 1.6$

$$\Rightarrow (Q_s)_D = 2660 \times 0.9 \times 0.94 \times 0.92 \times 0.94 = \mathbf{1946 \text{ veic/h}}$$
 nei due sensi

Livello di servizio "C"

$$F.h.p. = 0.94 \Rightarrow C_i = 2800 \times 0.94 = 2632 \text{ veic/h}$$

$$(Q/C)_i = 0.8$$

$f_1 = 0.94$ avendo ipotizzato una distribuzione di traffico nei due sensi di tipo 60/40 (valore costante per i vari livelli di servizio)

$f_2 = 0.92$ è stato fissato questo valore una volta valutata la larghezza media delle corsie e delle banchine (fisso per i vari livelli di servizio)

$$f_3 = 1 / (1 + 0.10 \times (2 - 1)) = 0.90 \text{ in quanto } P_A = 0.10 \text{ ed } E_A = 2$$

$$\Rightarrow (Q_s)_C = 2632 \times 0.8 \times 0.94 \times 0.92 \times 0.90 = \mathbf{1638 \text{ veic/h}}$$
 nei due sensi

Livello di servizio "B"

$$F.h.p. = 0.92 \Rightarrow C_i = 2800 \times 0.92 = 2576 \text{ veic/h}$$

$$(Q/C)_i = 0.7$$

$f_1 = 0.94$ avendo ipotizzato una distribuzione di traffico nei due sensi di tipo 60/40 (valore costante per i vari livelli di servizio)

$f_2 = 0.92$ è stato fissato questo valore una volta valutata la larghezza media delle corsie e delle banchine (fisso per i vari livelli di servizio)

$$f_3 = 1 / (1 + 0.10 \times (2 - 1)) = 0.90 \text{ in quanto } P_A = 0.10 \text{ ed } E_A = 2$$

$$\Rightarrow (Q_s)_B = 2576 \times 0.7 \times 0.94 \times 0.92 \times 0.90 = \mathbf{1403 \text{ veic/h}}$$
 nei due sensi.

APPENDICE B: Metodi di calcolo della capacità dei sistemi rotatori

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 compatto, 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.

Metodo CETUR

Il metodo di calcolo della capacità esposto nei precedenti paragrafi è stato messo a punto utilizzando i dati raccolti in una estesa campagna di indagini eseguite su rotatorie sia urbane che extraurbane. Per questo motivo si può ritenere che il metodo esposto sia valido per entrambi i tipi di rotatorie. Tuttavia per completezza si segnala la formula seguente, messa a punto in Francia dal CETUR per il calcolo della capacità semplice delle rotatorie urbane.

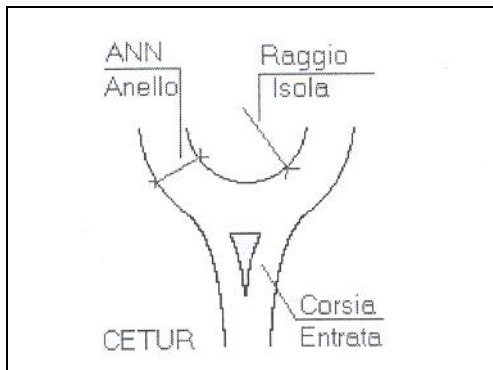


Immagine 10.1 – Caratteristiche geometriche di una rotatoria

Determinati per ciascun ramo della rotatoria il traffico complessivo di disturbo:

$$Q_d = b \cdot Q_c + 0,2 \cdot Q_u \text{ uvp/h}$$

La capacità di traffico del ramo è:

$$C = g \cdot (1.500 - 0,83 \cdot Q_d)$$

dove:

Q_u è il traffico uscente dal ramo [uvp/h]

Q_c è il traffico circolante davanti al ramo [uvp/h]

ANN è la larghezza dell'anello della rotatoria [m]

g vale 1,0 per entrata ad una sola corsia; 1,5 per entrate a due o più corsie

$b=1$ per $ANN < 8$ m;

$b=0,7$ per $ANN \geq 8$ m ed $R \geq 20$ m;

$b=0,9$ per $ANN \geq 8$ m ed $R < 20$ m

Metodo SETRA

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:

Tipo di veicolo	Coefficiente di conversione
1 ciclo o motociclo sull’anello	0.8 autovetture
1 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 all’uscita immediatamente precedente; per cui 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.

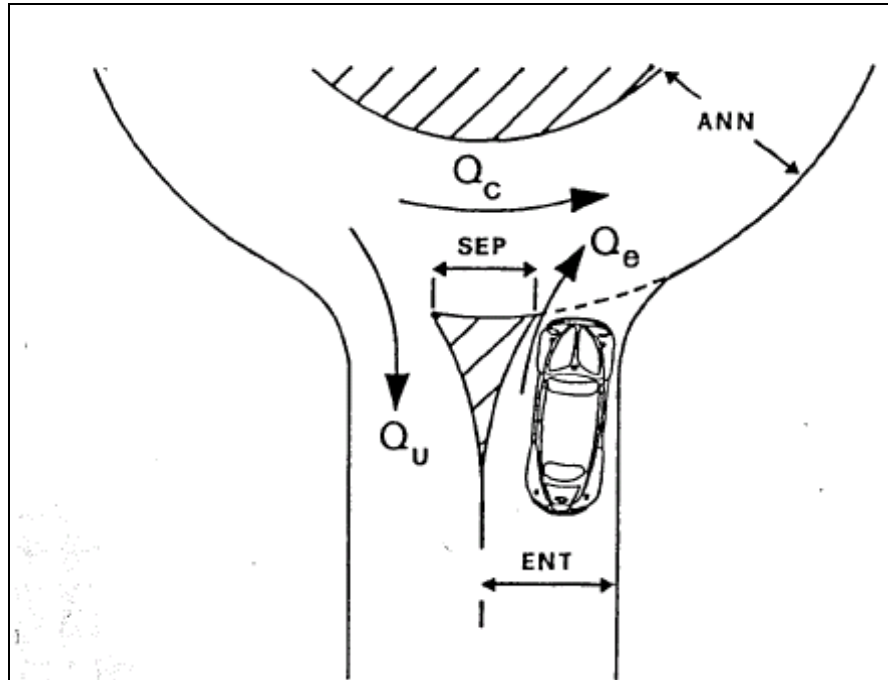


Immagine 10.2 – Caratteristiche geometriche e di traffico di una rotatoria

Si consideri la figura 1 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 semicarreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del 'dare precedenza'. Tutte le lunghezze sono misurate in metri.

Sia K la capacità del braccio, cioè il minimo valore di Q_e che dà luogo alla presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi. Il metodo del SETRA definisce K come funzione delle caratteristiche geometriche e di traffico innanzi definite:

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

La procedura di calcolo della capacità si compone di tre fasi:

Si calcola il traffico uscente equivalente Q_u' come funzione di Q_u e di SEP:

$$Q_u' = Q_u \frac{15 - SEP}{15} \quad (\text{eph})$$

assumendo :

$$Q_u' = 0 \quad \text{se} \quad SEP \geq 15 \text{ m.}$$

Si determina il traffico di disturbo Q_d come funzione di Q_c , di Q_u' e di ANN:

$$Q_d = (Q_c + 2/3 Q_u') [1 - 0.085(ANN - 8)] \quad (\text{eph})$$

Si calcola quindi la capacità K del braccio mediante la relazione:

$$K = (1330 - 0.7 Q_d) [1 + 0.1(ENT - 3.5)] \quad (\text{eph})$$

Dalla ultima espressione si vede che, come già posto in evidenza da Kimber, il parametro geometrico fondamentale per il calcolo della capacità è la larghezza ENT all'altezza della immissione, ed in particolare lo scarto di ENT rispetto ad una larghezza standard di 3.5 m. Tenendo conto di ciò, si usa definire un flusso entrante equivalente Q_e' , il quale eguaglia la capacità di un braccio largo 3.5 m quando questa viene raggiunta dal flusso Q_e

su un braccio della rotatoria avente la larghezza effettiva ENT:

$$Q_e' = \frac{Q_e}{1 + 0.1(ENT - 3.5)}$$

Il traffico equivalente Q_e' viene utilizzato nel calcolo di alcune caratteristiche di livello di servizio di una rotatoria, come si vedrà più avanti. Precedenti relazioni si rileva che la larghezza ANN dell'anello influisce sul valore della capacità attraverso la relazione che esso ha con l'azione di disturbo prodotta dal traffico che percorre l'anello. L'influenza del traffico in uscita sull'azione di disturbo è invece determinata dalla larghezza SEP dell'isola spartitraffico: tale influenza è nulla quando $SEP \geq 15$ m. E' infine da rilevare che la larghezza delle isole spartitraffico e quelle dei bracci all'altezza delle immissioni determinano lo sviluppo della rotatoria e quindi il diametro dell'anello.

Si consideri una rotatoria ad m bracci di cui sono state definite le caratteristiche geometriche, e sia M la sua matrice origine-destinazione, tale che $p_{i,j}$ è la frazione del flusso $Q_{e,i}$, entrante dal braccio i che esce al braccio j . I valori dei flussi $Q_{c,i}$, sull'anello che transitano dinanzi ai vari bracci $i \in [1, m]$ sono (i bracci sono numerati in sequenza antioraria):

$$Q_{c,1} = Q_{e,m}(\rho_{m,2} + \dots + \rho_{m,m-1}) + Q_{e,m-1}(\rho_{m-1,2} + \dots + \rho_{m-1,m-2}) + \dots + Q_{e,3}\rho_{3,2}$$

.....

$$Q_{c,m} = Q_{e,m-1}(\rho_{m-1,1} + \dots + \rho_{m-1,m-2}) + Q_{e,m-2}(\rho_{m-2,2} + \dots + \rho_{m-2,m-3}) + \dots + Q_{e,2}\rho_{2,1}$$

I flussi $Q_{u,i}$, uscenti dai bracci $i \in [1, m]$ sono:

$$Q_{u,1} = Q_{e,2} \rho_{2,1} + \dots + Q_{e,m} \rho_{m,1}$$

$$\dots \dots \dots$$

$$Q_{u,m} = Q_{e,1} \rho_{1,m} + \dots + Q_{e,m-1} \rho_{m-1,m}$$

Sia δ_i quello scalare tale che, moltiplicato per la matrice M e quindi per il vettore dei flussi entranti nella rotatoria, dà luogo ad un flusso $\delta_i Q_{e,i}$, entrante dal braccio i uguale alla capacità K_i del braccio. Il valore di δ_i si ricava facilmente dalle precedenti relazioni se si pone $K_i = \delta_i Q_{e,i}$ e $Q_d = \delta_i Q_{d,i}$, dove $Q_{d,i}$, si ottiene ponendo $Q_u = Q_{u,i}$ e $Q_c = Q_{c,i}$, mentre $Q_{u,i}$ e $Q_{c,i}$ si ricavano in funzione dei flussi entranti e uscenti dagli altri bracci.

Il calcolo di δ_i viene ripetuto per tutti i bracci della rotatoria, e sia δ_j il più piccolo dei valori così ottenuti, relativo al braccio j. Risulta $K_j = \delta_j Q_{e,j}$ la capacità semplice della rotatoria, la quale viene raggiunta sul solo braccio j quando la matrice M, e quindi i flussi in ingresso, sono moltiplicati per δ_j , mentre i flussi in ingresso dagli altri bracci della rotatoria si mantengono al disotto della capacità.

La capacità totale della rotatoria si calcola determinando i valori dei flussi in ingresso che, distribuendosi fra le varie uscite secondo i coefficienti $p_{i,j}$ che si ricavano dalla matrice M, determinano il contemporaneo raggiungimento della capacità su tutti i bracci.

Questi flussi in ingresso si ricavano risolvendo il sistema di m equazioni lineari nelle m incognite $Q_{e,i}$, ottenuto per i singolo bracci e ponendo $K = Q_{e,i}$ i $\in [1,m]$ mentre Q_d viene espressa in funzione di $Q_{e,j}$, $j \neq i$. La capacità totale Q della rotatoria è quindi data da:

$$Q = \sum_{i=1}^m Q_{e,i}$$

I valori $Q_{e,i}$ di capacità dei singoli bracci che concorrono a formare la capacità totale vengono posti a base della progettazione di una rotatoria. Poiché però flussi in ingresso di entità uguale ai valori di capacità così definiti determinerebbero la presenza permanente di veicoli in attesa ai bracci, e quindi code di notevole lunghezza, si fa di solito riferimento ad una capacità pratica dei singoli bracci data da

$$K_i = Q_{e,i} - 150$$

ovvero

$$K_i = 0.8 Q_{e,i}$$

Le caratteristiche di livello di servizio a cui si fa riferimento nel progetto delle rotatorie sono quelle stesse che vengono considerate nello studio di una qualsiasi intersezione a raso: il tempo medio di attesa dei veicoli alle immissioni ed 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, le cui variabili sono il flusso in entrata e quello che percorre l'anello.

Con un modello di questo tipo sono stati ricavati dal SETRA i diagrammi delle figure 4.2 e 4.3, nei quali sono riportati rispettivamente i tempi medi di attesa ed il 99° percentile della lunghezza di coda su un braccio di rotatoria in funzione del traffico di disturbo Q_d sull'anello e per diversi valori del flusso entrante equivalente Q_e . Questi diagrammi rendono il calcolo delle caratteristiche di livello di servizio di una rotatoria estremamente facile.

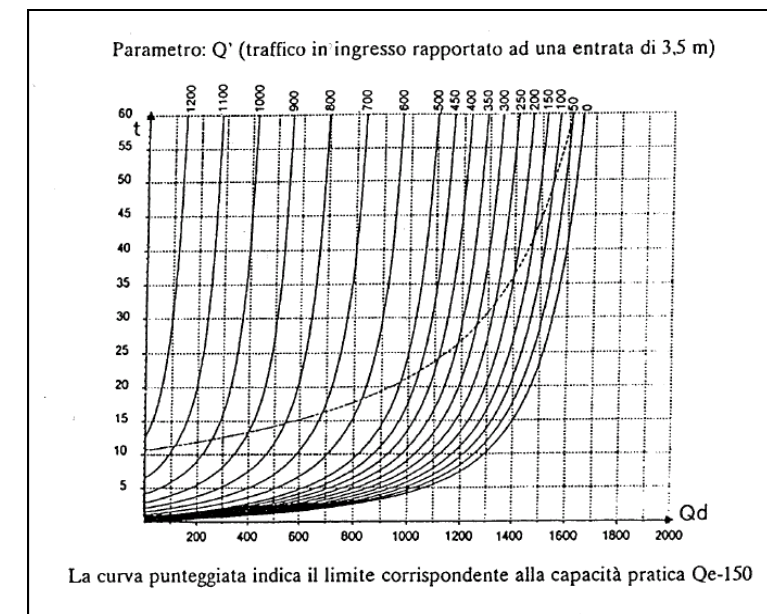


Immagine 10.3 – Tempi medi di attesa su un braccio di rotatoria (in sec)

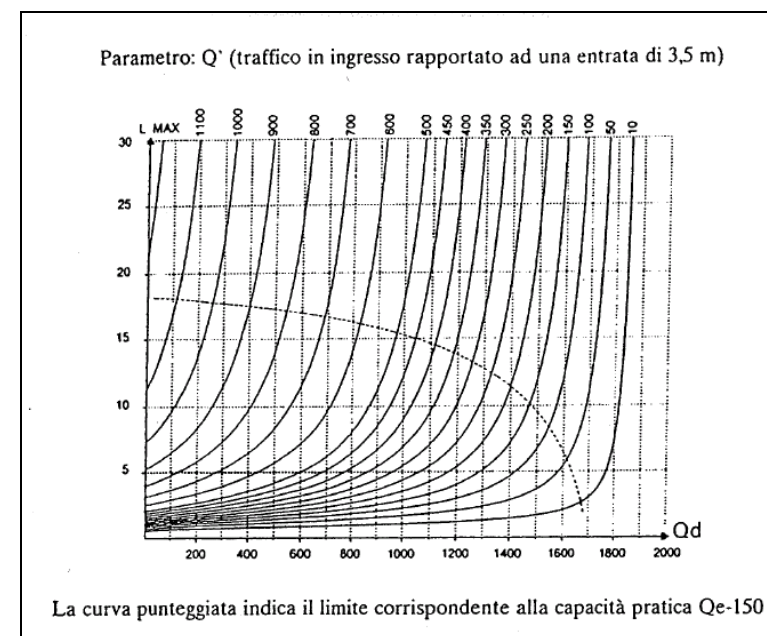


Immagine 10.4 – 99° percentile del numero di veicoli in attesa su un braccio di rotatoria.