

PROGETTO DI UN FABBRICATO
AD USO COMMERCIALE (MSV), VIA SULCITANA
STRADA DI NUOVA LOTTIZZAZIONE, ELMAS (CA)

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO:

1. Valutazione e verifica della dotazione delle aree di sosta destinate alla clientela e alla movimentazione delle merci, secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000;
2. Valutazione e verifica delle condizioni di accessibilità della struttura di vendita rispetto alla viabilità circostante secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000;
3. Valutazione e verifica dell'impatto trasportistico della domanda di mobilità generata ed attratta dalla struttura di vendita sulla rete viaria sensibile, secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000.

Il Tecnico

HZ STUDIO ARCHITECTURE & ENGINEERING SRL

Ing. Ivan Zucca

Sommario

0 - Premessa.....	2
1 - Valutazione e Verifica della Dotazione delle Aree di Sosta Destinate alla Clientela e alla Movimentazione delle Merci, secondo gli Standard Previsti dalla GDR N°55/108 Del 29/12/2000..	4
2. Valutazione e verifica dell'impatto trasportistico della domanda di mobilità generata ed attratta dalla struttura di vendita sulla rete viaria sensibile, secondo gli standard previsti dalla DRG n° 55/108 del 29/12/2000.....	4
2.1 Premessa.....	4
2.2 Impostazione metodologica.....	4
2.3 Lo studio si articola nelle seguenti fasi.....	6
2.3.1 Verifica preliminare.....	6
2.3.2 I dati di traffico.....	8
2.3.3 Stima dei flussi di traffico futuri.....	9
2.3.4 Verifica di impatto trasportistico a livello di rete.....	10
2.3.4.1 Intersezione A - Rotatoria di nuova realizzazione.....	10
2.3.5 Dati di traffico e verifica capacità rotatoria intersezione A.....	21
2.3.6 Dati di traffico e verifica capacità rotatoria intersezione B.....	26
3. Valutazione e verifica delle condizioni di accessibilità della struttura di vendita rispetto alla viabilità circostante secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000.....	30
3.1 Accessibilità a Livello Puntuale del Lotto (art. 5.4.3 del D.G.R. n. 55/108 del 29/12/2000)....	30
4 Conclusioni.....	33

0 - Premessa

Intervento di una Media Struttura di Vendita (MSV) nel lotto situato nel comune di Elmas sulla via Sulcitana su di un'area con superficie totale di 23.246,00mq di cui 14.378,15mq in cessione; l'area è individuata al catasto terreni al foglio 3 mappale 1393, 1396, 1400, 1402. Al fine di una facile accessibilità a tutti, soprattutto alle persone anziane ed ai portatori di handicap, il parcheggio sarà realizzato su un unico livello e alla stessa quota del pavimento del locale commerciale.

Dati di identificazione dell'immobile

Comune: Elmas

Provincia: Cagliari

Dati Catastali: Catasto Terreno; Foglio 23 – Particelle 1393 – 1396– 1400, 1402;

Inquadramento Strumento Urbanistico Vigente: PUC - Zona G1.14



Figura 1 – Immagine Satellitare Stato Attuale

Riferimenti Normativi

- D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 114 “Riforma della disciplina relativa al settore del commercio, a norma dell'articolo 4, comma 4, della L. 15 marzo 1997, n. 59”;
- Delib.G.R. n. 55/108 del 29 dicembre 2000 “Adozione degli atti di cui agli articoli 4, 5, comma 1, 11, 12, 13 e 14, D.P.C.M. 6 ottobre 2000 – Intervento sostitutivo nei confronti della Regione Sardegna per il mancato esercizio delle funzioni amministrative conferite dal decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 114, art. 31, comma 1. Indirizzi provvisori ai Comuni in materia di vendite di fine stagione (art. 15, commi 3 e 6, D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 114)”;
- L.R. 18 maggio 2006, n. 5 “Disciplina generale delle attività commerciali”;
- Delib.G.R. n. 9/59 del 23.2.2012 “L.R. 18 maggio 2006, n. 5. Modifiche ed integrazioni alla Delib.G.R. n. 55/108 del 29 dicembre 2000 e s.m.i.. Indirizzi e criteri di programmazione commerciale ed urbanistica in attuazione del DPCM 6 ottobre 2000. Intervento sostitutivo della Regione Sardegna, per il mancato esercizio delle funzioni amministrative conferite dal D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 114, art. 31, comma 1”;

Verifiche

L'operazione di verifica si è sviluppata secondo tre fasi:

1. Valutazione e verifica della dotazione delle aree di sosta destinate alla clientela e alla movimentazione delle merci, secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000;
2. Valutazione e verifica delle condizioni di accessibilità della struttura di vendita rispetto alla viabilità circostante secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000;
3. Valutazione e verifica dell'impatto trasportistico della domanda di mobilità generata ed attratta dalla struttura di vendita sulla rete viaria sensibile, secondo gli standard previsti dalla GDR n°55/108 del 29/12/2000.

1 - Valutazione e Verifica della Dotazione delle Aree di Sosta Destinate alla Clientela e alla Movimentazione delle Merci, secondo gli Standard Previsti dalla GDR N°55/108 Del 29/12/2000.

Si riporta il numero di stalli in dotazione alla struttura di vendita:

Nr. P.A. 139

Per la verifica degli stessi si rimanda all'autocertificazione parcheggi allegata

2. Valutazione e verifica dell'impatto trasportistico della domanda di mobilità generata ed attratta dalla struttura di vendita sulla rete viaria sensibile, secondo gli standard previsti dalla DRG n° 55/108 del 29/12/2000.

2.1 Premessa

La verifica d'impatto trasportistico, a livello di rete, deve essere prodotta per le strutture di vendita con una dotazione di parcheggio alla clientela superiore a 100 posti auto come quella in esame. La dotazione di parcheggi assunta a riferimento, quale criterio discriminante l'obbligo di produrre la verifica, è quella che corrisponde al maggiore valore tra dotazione effettiva e dotazione standard come definita nella DGR 55/108.

La verifica prevede l'analisi ex-ante delle condizioni di traffico "future", ossia in presenza della struttura di vendita in oggetto riferire all'ora di punta antimeridiana (17:30-18:30), in corrispondenza della quale, considerata la natura commerciale dell'intervento, si realizzano i maggiori carichi veicolari per la contemporanea sovrapposizione delle punte di traffico (quella dei rientri pomeridiani e quella d'accesso alle strutture commerciali).

2.2 Impostazione metodologica

Obiettivo dello studio è la valutazione degli impatti da traffico generati dalla struttura commerciale in progetto e la verifica delle condizioni operative degli accessi alla MSV e della rete stradale compresa entro un'area di raggio pari ad 1,5 km.



La metodologia adottata per il calcolo delle condizioni operative è quella dell'HCM (Highway Capacity Manual) che utilizza i dati riguardanti l'entità del flusso veicolare impegnato sulla rete stradale, la sua composizione e le caratteristiche geometriche della rete viaria permettendo di assegnare ai tronchi stradali omogenei e ai nodi di traffico significativi un indice rappresentativo del livello qualitativo della circolazione stradale, denominato Livello di Servizio (LdS).

I livelli di servizio sono stati introdotti nell'edizione del 1965 dell'HCM e da allora sono stati sviluppati secondo i progressi ottenuti nel campo della ricerca fino all'ultima edizione del manuale presentata nel 2000. Sono distinti in sei classi dalla lettera A alla lettera F, ordinati secondo livelli di qualità decrescente di circolazione dalla "lettera A" che rappresenta le condizioni di flusso libero in cui i conducenti marciano alle velocità desiderate ed è rara la formazione di plotoni; sino alla lettera F che rappresenta le condizioni di flusso in congestione che si verificano per eccesso di domanda.

La verifica, secondo i criteri richiamati dall'allegato alla DGR. 27/36 del 19.6.2012 e definiti al punto 5.4 della DGR 55/108, viene condotta a *livello di rete* (punto 5.4.3), in corrispondenza delle sezioni critiche, ossia gli elementi stradali posti sugli itinerari principali di accesso alla struttura in progetto e che presentano le più pesanti situazioni di criticità del traffico o che in seguito alla realizzazione della proposta incrementeranno maggiormente il loro traffico veicolare.

2.3 Lo studio si articola nelle seguenti fasi

- Verifica preliminare della porzione di rete stradale compresa entro un'area di raggio pari a 1,5km incentrata sul punto di accesso al parcheggio per la clientela della struttura di vendita per l'individuazione delle sezioni critiche;
- Rilievi di traffico nella situazione attuale (assenza della struttura di vendita) in corrispondenza delle sezioni critiche nell'ora di punta di frequentazione delle strutture commerciali;
- Ripartizione tra le sezioni critiche del totale traffico orario addizionale generato dalla struttura di vendita sulla base di ipotesi di indirizzamento dei flussi tenuto conto delle caratteristiche del bacino di mercato della struttura di vendita;
- Analisi delle condizioni di traffico attese (conseguenti alla realizzazione della struttura di vendita) in corrispondenza delle sezioni critiche e verifica di impatto trasportistico e delle condizioni di accessibilità a livello puntuale.

2.3.1 Verifica preliminare

La verifica preliminare dell'area nella quale verrà realizzata la MSV, ha permesso di conoscere l'offerta di trasporto, le prevalenti condizioni di traffico veicolare e l'individuazione di sezioni critiche sulle quali effettuare le opportune verifiche trasportistiche.

Inquadramento

La MSV in progetto è una struttura commerciale mista (alimentare e non alimentare) con una superficie di vendita pari a 1800 mq. La struttura sarà costituita da un esercizio commerciale con annessa area parcheggio privata, accessibile tramite due ingressi sulle strada di lottizzazione.

La dotazione di parcheggi per la clientela è pari a 139 posti auto.

In ottemperanza alla normativa vigente (DGR 55/108), le intersezioni oggetto di analisi e verifica sono quelle che ricadono all'interno di una circonferenza con centro nell'attrattore di traffico e raggio di 1.500 m. La rete stradale compresa nell'area di studio è di tipo extraurbano con caratteristiche geometriche e funzionali elevate tali da garantire un'ottima accessibilità a tutto il comparto. In particolare la rete risulta costituita dalle seguenti strade:

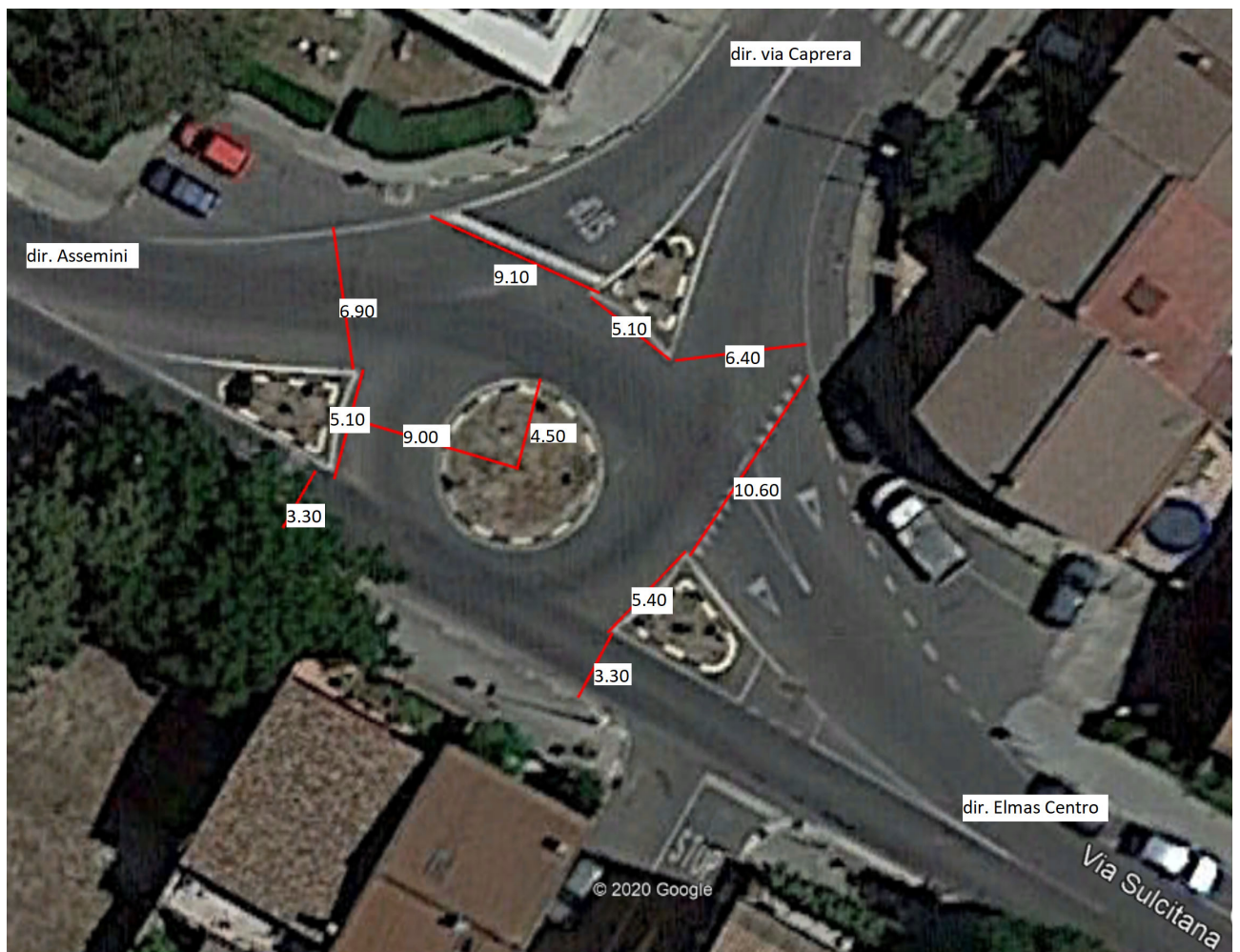
- **Via Sulcitana** – La strada è composta da un'unica carreggiata, a una corsie per senso di marcia; dal punto di vista funzionale assimilabile ad una strada urbana di quartiere (tipo "E"). È interessata da un rilevante volume veicolare e garantisce il collegamento dell'area

commerciale in cui è prevista la nuova struttura di vendita e il centro urbano di Elmas, Assemini e zone limitrofe. Nell'area in esame non sono presenti tre intersezioni significative. Entro il raggio dei 1500 m, che interessa gran parte dell'edificato cittadino risulta essere presente una rotonda, nell'incrocio tra la Via Caprera e la medesima Via Sulcitana. Tale rotatoria verrà presa in esame per la verifica dei carichi veicolari gravati dalla nuova struttura di Vendita.

Dalle seguenti caratteristiche:

Tipologia: Rotatoria a tre rami (due lungo la Via Sulcitana, e l'altro lungo la Via Caprera);

Dimensioni: diametro esterno: 18 m, diametro interno: 9 m;



Intersezione B/ Rotatoria 2 - Rotonda attuale - Via Caprera

Itinerari di accesso

Il bacino di mercato che ipoteticamente verrà interessato dall'apertura della nuova struttura commerciale sarà costituito dall'area di Elmas e dai comuni limitrofi. A partire dalla definizione del bacino d'utenza sono state individuate le direttrici d'accesso all'area d'intervento e i corrispondenti itinerari di ingresso e di uscita.

In merito agli itinerari d'ingresso i veicoli accedono alla struttura commerciale oggetto d'intervento dalla Via Sulcitana tramite l'intersezione a rotatoria indicata come "Intersezione A" per poi immettersi sulla Via Sulcitana in direzione Assemini o in direzione Elmas.

In merito agli itinerari in uscita dalla struttura commerciale, i veicoli si immetteranno sulla Via Sulcitana verso il centro del comune di Elmas, andranno ad aggravare sul flusso veicolare della Rotatoria indicata come "Intersezione B".

Sezioni critiche

La definizione degli itinerari di accesso alla MSV ha permesso di individuare le intersezioni stradali dove si avranno i maggiori incrementi di traffico in seguito alla realizzazione del nuovo intervento e dove potranno di conseguenza presentarsi le condizioni di maggiore criticità al deflusso veicolare; tali sezioni, insieme a quelle già gravate da un elevato carico veicolare e da situazioni di criticità di traffico, costituiscono le "sezioni critiche" che, secondo quanto previsto dalla normativa, devono essere oggetto della verifica di compatibilità trasportistica.

Le sezioni critiche vengono individuate in corrispondenza delle intersezioni poiché rappresentano i punti in cui la rete concentra i diversi itinerari d'accesso e di uscita alla struttura di vendita in progetto e di conseguenza dove si registreranno i maggiori incrementi di traffico e dove già attualmente si registrano le condizioni di deflusso meno ottimali.

La sezione rilevante nel raggio di 1.5 km dal lotto oggetto d'intervento è la seguente:

- A. Intersezione a rotatoria tra la Via Sulcitana e la strada di nuova realizzazione**
- B. Intersezione a rotatoria tra la Via Sulcitana e la via Caprera**

2.3.2 I dati di traffico

Per ottenere un quadro completo e dettagliato delle condizioni di traffico sulla rete viaria compresa nell'area di studio è stata predisposta una campagna di rilievi veicolari nell'ora di punta di frequentazione delle strutture commerciali. La campagna d'indagine è stata condotta in corrispondenza delle sezioni critiche definite nel paragrafo precedente.

Al fine di individuare con esattezza l'ora di punta della fascia oraria di maggiore frequentazione delle strutture commerciali, i rilievi di traffico sono stati condotti per 12 ore consecutive dalle 8:00 alle 20:00, in tre giorni distinti. Dall'analisi dei dati rilevati l'ora di punta è risultata quella compresa tra le 19:00 e le 20:00.

DATI PARZIALI PER FASCIA ORARIA				
POST. 1 ELMAS - VIA SULCITANA				
Direzione Assemini				
	MAR	GIO	SAB	
08:00 - 09:00	193	208	132	
09:00 - 10:00	167	158	146	
10:00 - 11:00	208	184	214	
11:00 - 12:00	194	170	240	
12:00 - 13:00	190	194	206	
13:00 - 14:00	153	142	158	
14:00 - 15:00	198	218	142	
15:00 - 16:00	244	212	126	
16:00 - 17:00	226	188	144	
17:00 - 18:00	318	216	162	
18:00 - 19:00	321	246	174	
19:00 - 20:00	329	292	216	
TOTALI	2.741	2.428	2.060	MEDIA GIORNO 2.410

DATI PARZIALI PER FASCIA ORARIA				
POST. 2 ELMAS - VIA SULCITANA				
Direzione Elmas				
	MAR	GIO	SAB	
08:00 - 09:00	378	326	246	
09:00 - 10:00	341	292	222	
10:00 - 11:00	304	224	232	
11:00 - 12:00	241	198	274	
12:00 - 13:00	196	134	196	
13:00 - 14:00	185	128	192	
14:00 - 15:00	174	160	68	
15:00 - 16:00	199	198	102	
16:00 - 17:00	212	166	172	
17:00 - 18:00	284	234	182	
18:00 - 19:00	236	202	198	
19:00 - 20:00	269	238	236	
TOTALI	3.019	2.500	2.320	MEDIA GIORNO 2.613

Facendo una media fra i giorni settimanali si ha:

279 veic./h da Elmas verso Assemini;

248 veic./h da Assemini verso Elmas

2.3.3 Stima dei flussi di traffico futuri

Le verifiche di compatibilità trasportistica devono essere condotte secondo quanto previsto dalla DGR 55/108 del 2000 (§ 5.4.3) considerando un flusso veicolare dato dalla somma dei:

- Flussi orari “attuali”, ovvero riferiti alla situazione senza la realizzazione della struttura di vendita;
- Quota parte, attribuita alla sezione stradale considerata, del traffico orario addizionale generato dalla struttura di vendita, convenzionalmente posto pari al doppio dei posti auto del parcheggio riservato alla clientela. La ripartizione del traffico orario addizionale totale tra le sezioni monitorate è definita sulla base di ipotesi di indirizzamento dei flussi.

Nonostante la Superficie di Vendita della struttura necessiti di una dotazione minima di parcheggi pari a 136 che genererebbe un flusso addizionale di 272 veic./h, poiché la proposta progettuale prevede 139 posti auto a disposizione della clientela, il traffico addizionale da sommare ai flussi di traffico attuali è pari a 278 veicoli/ora, per i quali si assume una ripartizione uniforme tra veicoli in ingresso e in uscita dalla struttura di vendita.

Al fine di considerare l'aumento futuro del traffico derivante dalla nuove attività commerciali che andranno a sorgere nella medesima lottizzazione gli stessi saranno aumentati del 20%, per cui si avrà:

$139 \times 1,2 = 167$ veic./ora in entrata e in uscita, per un totale di **334 veic./h**

Per la ripartizione della domanda addizionale generata dalla struttura di vendita nelle diverse direttrici si è ipotizzata una diretta proporzionalità con il volume veicolare transitante sulle stesse.

2.3.4 Verifica di impatto trasportistico a livello di rete

La verifica deve dimostrare che in nessuna delle sezioni monitorate si determina il “livello di servizio E” “Flusso instabile”, calcolato secondo la metodologia definita dall’HCM (Highway Capacity Manual).

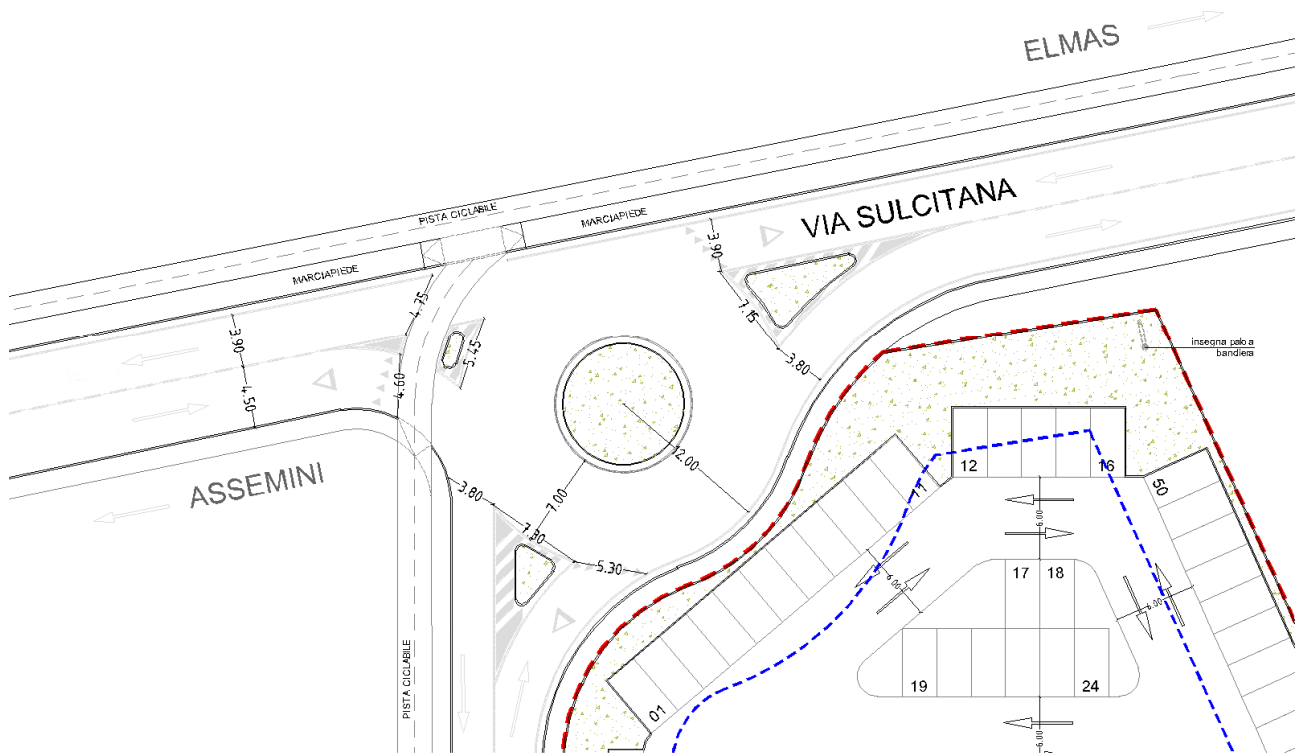
L’analisi per la determinazione del livello di servizio (LdS) è stata condotta in corrispondenza della sezione individuata come critica nella porzione di rete compresa entro un’area di raggio pari ad 1,5 km, incentrata sul punto di accesso al parcheggio per la clientela della struttura di vendita; per questa è stata adottata la procedura di calcolo che determina il Livello di Servizio in funzione del ritardo medio a veicolo.

Il flusso orario veicolare considerato per le verifiche della sezione monitorata è quello dato dalla somma del traffico attuale e della quota parte, attribuita alla sezione, del totale traffico orario addizionale generato dalla struttura di vendita, definito sulla base di ipotesi di indirizzamento dei flussi.

Di seguito, vengono riportate le analisi condotte per la determinazione dei LdS.

2.3.4.1 Intersezione A - Rotatoria di nuova realizzazione

- Rotatoria di nuova realizzazione – al fine di garantire un ottimale flusso/deflusso da e per la città di Elmas dalla nuova lottizzazione e in particolare dalla nuova struttura di vendita è prevista la realizzazione di nuova rotatoria dalle seguenti caratteristiche:
 - Tipologia: Rotatoria a tre rami (una direzione Elmas, una direzione Assemini, una direzione nuova strada di lottizzazione);
 - Dimensioni: diametro esterno: 24 m, diametro interno: 10 m;



Intersezione A/Rotatoria 1 - Rotonda in progetto - strada di lottizzazione

Si riportano di seguito, per ciascuna intersezione rilevata, le matrici dei flussi veicolari dell'ora di punta.

Allo stato attuale nel punto in cui dovrà sorgere la rotatoria della nuova lottizzazione risulta essere interessata unicamente dal traffico veicolare in direzione Elmas Assemini e viceversa con un traffico medio orario rilevato pari a:

O/D		Rami in Entrata		
		Assemini	Elmas	TOTALE
Rami in Uscita	Assemini	0	248	248
	Elmas	279	0	279
	TOTALE	279	248	527

I dati di traffico orario, sotto riportati fanno riferimento ai dati rilevati in loco, comprensivi dell'afflusso di traffico apportato dall'inserimento della nuova superficie di vendita.

Considerato che la struttura di vendita risulterà essere realizzata nel territorio comunale di Elmas, si ipotizza che il 70% di clienti sarà avrà provenienza da tale ambito, il restante da Assemini e zone limitrofe per cui si avrà:

$$167 \times 0,7 = 117 \text{ veic./ora}$$

$$167 \times 0,3 = 50 \text{ veic./ora}$$

INTERSEZIONE A: Dati parametrizzati- Intersezione a rotatoria in progetto tra la Vi Sulcitana e la strada di lottizzazione

O/D		Rami in Entrata			
		Assemini	Lottizzazione	Elmas	TOTALE
Rami in Uscita	Assemini (1)	0	50	248	298
	Lottizzazione (2)	50	0	117	167
	Elmas (3)	279	117	0	396
	TOTALE	329	167	365	861

INTERSEZIONE B: Dati di traffico - Intersezione rotatoria tra la Via Sulcitana e la Via Caprera

O/D		Rami in Entrata			
		Assemini	Elmas Centro	Via Caprera	TOTALE
Rami in Uscita	Assemini	0	162	39	201

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Elmas centro	175	0	64	239
Via Caprera	44	52	0	96
TOTALE	219	214	103	536

Trascurando il traffico in diminuzione verso le intersezioni minori e quindi considerando la condizione più gravosa, andranno a sommarsi al flusso veicolare rilevato sulla rotonda 234 veic./h.

Di seguito si riportano i dati parametrizzati per la verifica dell'intersezione:

Intersezione B, dati parametrizzati (234 veic./H):

INTERSEZIONE 2 - ROTATORIA 2 (SULCITANA-CAPRERA)

Tabella dati traffico (attuali)				
	Assemini	Elmas Nord	Caprera	TOT
Assemini	0	162	39	201
Elmas centro	175	0	64	239
Caprera	44	52	0	96
TOT.	219	214	103	536

Tabella dati traffico - percentuale (attuali)				
	Assemini	Elmas Nord	Caprera	Veic./h
Assemini	0,00%	30,22%	7,28%	37,50%
Elmas centro	32,65%	0,00%	11,94%	44,59%
Caprera	8,21%	9,70%	0,00%	17,91%
TOT.	40,86%	39,93%	19,22%	100,00%

Tabella incremento unitario				
incremento	234			
	Assemini	Elmas Nord	Caprera	Veic./h
Assemini	0	71	17	88
Elmas centro	76	0	28	104
Caprera	19	23	0	42
TOT.	96	93	45	234

Tabella incremento totale				
	Assemini	Elmas Nord	Caprera	Veic./h
Assemini (1)	0	233	56	289
Elmas centro (2)	251	0	92	343
Caprera (3)	63	75	0	138
TOT.	315	307	148	770

I metodi disponibili per il calcolo della capacità delle rotatorie

Per il calcolo della capacità delle rotatorie con precedenza ai veicoli circolanti nell'anello sono disponibili vari metodi, sia empirici che teorici.

I metodi **empirici** consistono nell'osservazione di rotatorie in esercizio, o appositamente costruite per effettuare tali studi, e nella conseguente deduzione di correlazioni tra flussi di traffico, elementi geometrici e quindi capacità delle rotatorie stesse, utilizzando tecniche di regressione.

I metodi **teorici** invece si basano sul cosiddetto intervallo critico; ogni guidatore infatti, prima di effettuare la manovra di immissione in rotatoria, attende di avere un GAP, ovvero un distanziamento temporale (intervallo critico) che considera sufficiente tra due successivi veicoli che circolano nell'anello. Analizzando il comportamento degli utenti e la distribuzione dei distanziamenti tra i veicoli circolanti sull'anello si calcola l'intervallo critico.

Tra i metodi **EMPIRICI** più utilizzati e conosciuti ricordiamo:

- il metodo di **Kimber**, sviluppato in Gran Bretagna negli anni '70 da un gruppo di ricercatori del TRR Laboratory guidati appunto da Kimber, considera ogni ingresso in rotatoria come un'intersezione a T i cui rami sono percorsi a senso unico e calcola la capacità dell'entrata C_e utilizzando per il calcolo il solo flusso circolante Q_c in corrispondenza dell'entrata stessa ed alcune caratteristiche geometriche;

SIMBOLO	SIGNIFICATO	VALORI OSSERVATI	VALORI RACCOMANDATI
e	Larghezza entrata	3.6 - 16.5 m	4 - 15 m
v	Larghezza corsia	1.9 - 12.5 m	2 - 7.3 m
L'	Lunghezza svasatura	> 1 m	1 - 100 m
S	Snellezza svasatura	0 - 2.9 m	
D	Diametro cerchio inscritto	13.5 - 171 m	15 - 100 m
Φ	Angolo entrata	0 - 77°	10 - 60°
r	Raggio curvatura entrata	> 3.4 m	6 - 100 m

- il metodo proposto dalla **Normativa Svizzera** nella "Guide Suisse des Giratoires" del 1991 per le rotatorie compatte (diametro D tra i 25 e i 40 m) tiene conto invece dei seguenti parametri:

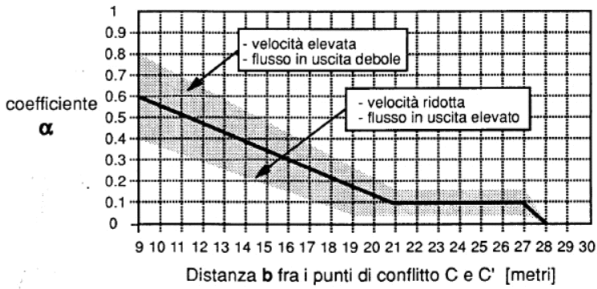
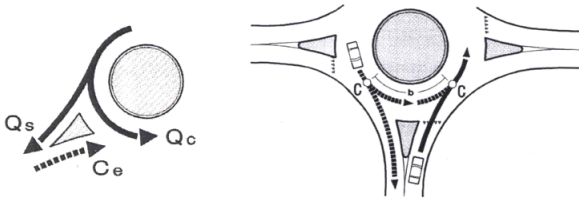


Figura : parametri del metodo Svizzero

- γ in funzione del numero di corsie in ingresso,

γ	corsie in ingresso
1	1
0,6 - 0,7	2

- Q_d flusso di disturbo per il calcolo del quale entra in gioco sia il flusso in uscita Q_s che quello Q_c circolante nell'anello,

- parametro di impedenza α per il flusso in uscita che dipende dalla distanza b tra i punti di conflitto C e C' delle traiettorie in uscita e in entrata (e quindi dalla dimensione dell'isola spartitraffico) e dalla velocità di transito nell'anello,

- β che tiene conto del numero di corsie nell'anello;

β	Corsie nell'anello
0,9 - 1,0	1
0,6 - 0,8	2
0,5 - 0,6	3

- il metodo francese del **SETRA** (Service d'Études Techniques des Route et Autoroutes), messo a punto nel 1987 in base ad una campagna di indagine su **17 rotonde extraurbane**, che per il calcolo della capacità tiene conto non solo del flusso circolante Q_c in corrispondenza dell'entrata e del flusso entrante Q_e , ma anche del flusso Q_u che esce dall'uscita immediatamente precedente, oltre ai seguenti parametri geometrici:

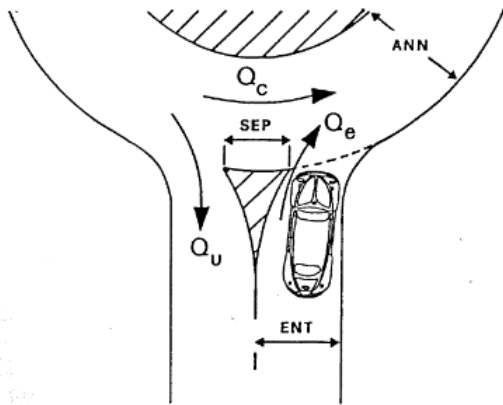


Figura : parametri geometrici del metodo SETRA

- SEP = larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio,
- ANN = larghezza dell'anello in m,
- ENT = larghezza in m della corsia di ingresso, misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del "dare precedenza", cioè a circa 6 metri dalla linea stessa;
- il metodo francese del **CETUR** , proposto a fine anni '90 dal Centre d'Études sur les Réseaux, les Transport, l'Urbanisme et les constructions publiques, è basato sullo studio di alcune **rotatorie urbane compatte** con diametri compresi tra i 30 e i 70 metri, tiene conto, nel calcolo della capacità, del flusso di disturbo Qd (funzione del flusso circolante Qc e del flusso uscente Qu) e dei seguenti parametri:
- γ che varia in funzione del numero di corsie in ingresso,

γ	Corsie in ingresso
1	1
1,5	≥ 2

- b che varia in funzione del diametro della rotatoria D e della larghezza dell'anello ANN,

b	larghezza anello ANN	diametro D
1	< 8 m	
0,9	≥ 8 m	< 40 m
0,7	≥ 8 m	≥ 40 m

Il metodo **TEORICO** più noto è senza dubbio quello dell' **HCM** (Highway Capacity Manual), nella versione prima del 2000 e ora del **2010** , che non si basa sui parametri geometrici della rotatoria, ma sul cosiddetto intervallo critico; ogni conducente infatti, prima di effettuare la manovra di immissione in rotatoria, attende di avere un GAP, ovvero un distanziamento temporale (intervallo critico) che considera sufficiente tra due

successivi veicoli che circolano nell'anello. Analizzando il comportamento degli utenti e la distribuzione dei distanziamenti tra i veicoli circolanti sull'anello si calcola l'intervallo critico.

HCM2010 fornisce le indicazioni per il calcolo sia della capacità della rotatoria che del Livello di Servizio (LoS) che della lunghezza della coda. Trattandosi però di un metodo basato sull'osservazione del gap minimo accettato dagli utenti, per utilizzarlo in aree geografiche diverse sarebbe necessario rimodularlo sulle abitudini e sui comportamenti dei conducenti locali. Ricordiamo in tal senso il lavoro condotto in collaborazione tra Università di Pisa e 'Università del Kentucky “ **Gap acceptance parameters for HCM 2010 roundabout capacity model applications in Italy** ” di A. Gazzarri, M.T. Martello, A. Pratelli, R.R. Souleyrette. Tale studio ha permesso di ricalibrare sulla Toscana del Nord il modello HCM per il calcolo della capacità della rotatoria.

Capacità semplice e totale

La **capacità dell'entrata Ci** si riferisce al singolo ramo ed è il diretto output dei modelli di calcolo della capacità; fornisce il più piccolo valore del flusso sul ramo di ingresso i che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi.

A partire da tali valori di capacità possono valutarsi due indici prestazionali della rotatoria nel suo insieme:

- la capacità semplice,
- la capacità totale.

La **capacità semplice** è la somma della capacità d'entrata dei rami afferenti la rotatoria, allorché, per un **aumento uniforme** dei flussi della matrice O/D, **uno** dei rami risulta in condizioni di saturazione. Individua quindi quel valore di flusso massimo che si può avere in entrata da ciascun ramo nell'istante in cui **uno** di essi si satura.

La **capacità totale** è la somma delle capacità d'entrata dei rami afferenti la rotatoria, allorché, per un **aumento uniforme** dei flussi della matrice O/D, **tutti** i rami risultano in condizioni di saturazione. Rispetto ad un dato scenario di ripartizione del traffico, rappresenta la somma dei valori dei flussi entranti da ogni ramo e che **simultaneamente** determinano la saturazione dei rami stessi (capacità semplice di ogni ramo). Quindi è la sommatoria dei valori di capacità semplice nell'ipotesi che questi vengano raggiunti contemporaneamente ed è una misura sintetica delle condizioni limite della rotatoria a smaltire il traffico quando ad ognuno degli accessi sono presenti code.

Il livello di servizio – LOS (Level Of Service) e la stima del 90° percentile della lunghezza media della coda

La definizione operativa di livello di servizio LOS per le rotatorie è associata al **ritardo** (delay), ovvero ai tempi di attesa in ingresso. I livelli sono distinti da sei lettere, da A a F, in ordine decrescente di qualità di circolazione. I limiti di separazione tra i livelli A e B, D ed E, E ed F segnano, rispettivamente, il passaggio del deflusso da **libero** a stabile, da **stabile** ad instabile e da **instabile** a **forzato**.

In generale le condizioni di marcia dei veicoli ai vari LOS sono definibili come segue:

- A - gli utenti non subiscono interferenze alla propria marcia, hanno elevate possibilità di scelta delle velocità desiderate (libere); il comfort è notevole.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

- B - la più alta densità rispetto a quella del livello A comincia ad essere avvertita dai conducenti che subiscono lievi condizionamenti alle libertà di manovra ed al mantenimento delle velocità desiderate; il comfort è discreto .
- C - le libertà di marcia dei singoli veicoli sono significativamente influenzate dalle mutue interferenze che limitano la scelta delle velocità e le manovre all'interno della corrente; il comfort è definibile modesto .
- D - è caratterizzato da alte densità ma ancora da stabilità di deflusso; velocità e libertà di manovra sono fortemente condizionate; modesti incrementi di domanda possono creare problemi di regolarità di marcia; il comfort è basso .
- E - rappresenta condizioni di deflusso che comprendono, come limite inferiore, la capacità; le velocità medie dei singoli veicoli sono modeste (circa metà di quelle del livello A) e pressoché uniformi; non c'è praticamente possibilità di manovra entro la corrente; il moto è instabile perché piccoli incrementi di domanda o modesti disturbi (rallentamenti, ad esempio) non possono più essere facilmente riassorbiti da decrementi di velocità e si innesca così la congestione; il comfort è bassissimo .
- F - il flusso è forzato: tale condizione si verifica allorché la domanda di traffico supera la capacità di smaltimento della sezione stradale utile (ad es. per temporanei restringimenti dovuti ad incidenti o manutenzioni) per cui si hanno code di lunghezza crescente, bassissime velocità di deflusso, frequenti arresti del moto, in un processo ciclico di stop-and-go caratteristico della marcia in colonna in condizioni di instabilità; non esiste comfort .

Confrontando i tempi di attesa in ingresso (delay) coi valori della tabella 17.2 del Manuale HCM2000 per le intersezioni non semaforizzate, ovvero la tabella 21-1 del manuale HCM 2010, si ottengono i corrispondenti livelli di servizio.

EXHIBIT 17-2. LEVEL-OF-SERVICE CRITERIA FOR TWSC INTERSECTIONS

Level of Service	Average Control Delay (s/veh)
A	0-10
B	> 10-15
C	> 15-25
D	> 25-35
E	> 35-50
F	> 50

Figura : LOS secondo il Manuale HCM2000 e HCM

2010 per flussi in ingresso inferiori alla capacità, altrimenti LoS = F

Servendosi del tempo di attesa medio, determinato separatamente per ciascuna entrata, si può determinare il livello di servizio facendo riferimento anche alla tabella sottostante (estratta dalla Norma Svizzera SNV 640022) in cui sono riportati dei valori limite; il livello di servizio F non si determina servendosi del tempo d'attesa medio, bensì si ha tale livello quando il flusso in ingresso supera la capacità. Il braccio che presenta il livello di servizio più basso è determinante per l'intera rotatoria.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Livello di servizio	Tempo d'attesa medio
A	≤ 10 s
B	≤ 15 s
C	≤ 25
D	≤ 45
E	> 45
F	flusso in ingresso superiore alla capacità

Figura : LOS secondo la Norma Svizzera SNV 640022

In funzione del ritardo d (delay) calcolato, per le rotatorie, come indicato nell'equazione 21-17 del manuale HCM 2010, è possibile ricavare il 95° percentile L95 della lunghezza della coda (espresso in numero di veicoli), come indicato, sempre nel manuale HCM 2010, nell'equazione 21-20. Moltiplicando tale valore per 6 si ottiene il corrispondente valore in metri.

La lunghezza media in metri della coda per ciascun ramo di ingresso invece è ricavabile in funzione non solo del delay d ma anche dei flussi entranti Qe nella rotatoria:

$$L_{med} (m) = 6 * Q_e * d / 3600$$

Per ottenere lo stesso dato in numero di veicoli sarà necessario dividere per 6, quindi avremo che:

$$L_{med} (veic) = L_{med}(m) / 6$$

Alternativamente, sono stati ricavati dal SETRA i diagrammi seguenti, nei quali sono riportati rispettivamente i tempi medi di attesa e il 90° percentile della lunghezza della coda su un braccio di rotatoria in funzione del traffico di disturbo Qd sull'anello e per diversi valori del flusso entrante equivalente Q'e.

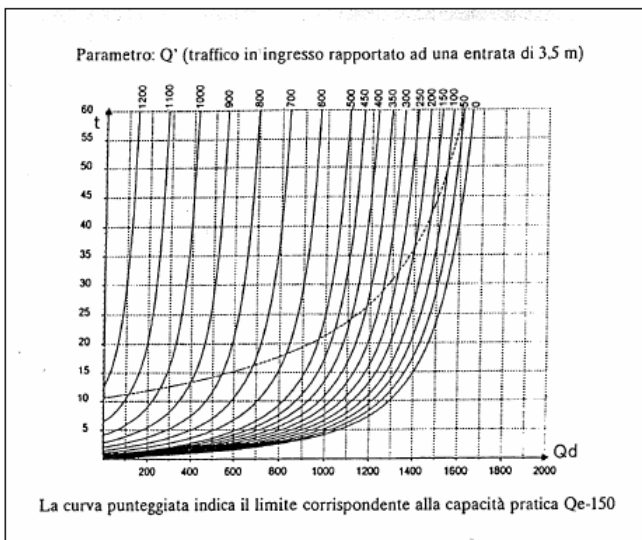


Figura : Tempi medi di attesa su un braccio di rotatoria (in

sec)

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

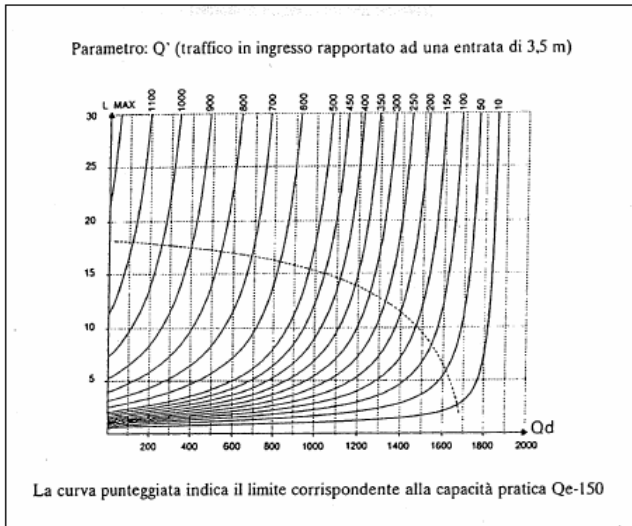


Figura : 99° percentile del numero di veicoli in attesa su un

braccio di rotonda

Il metodo SETRA è però stato formulato per il calcolo della capacità di rotonde extraurbane e in tale contesto va utilizzato.

2.3.5 Dati di traffico e verifica capacità rotatoria intersezione A

Il calcolo di verifica delle caratteristiche di capacità e di prestazione della rotatoria proposta in progetto è stato condotto sulla base di uno scenario di traffico risultante dai dati misurati in un giorno feriale tipo.

L'ora più critica risulta individuata nel periodo del giorno .

La capacità e i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora (eph), valutati per periodi di rilevazione di 15 minuti, tramite i 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

Figura : Coefficienti di conversione in eph

I flussi orari rilevati allo stato attuale (in riferimento al periodo di punta) sono così distribuiti:

0	48	249
51	0	115
277	118	0

Calcolo di capacità e prestazioni secondo il metodo francese CETUR

L'algorithmo CETUR è una formulazione sperimentale ottenuta in base a osservazioni eseguite su un vasto campione di rotatorie nei contesti URBANI francesi; il metodo CETUR per il calcolo della capacità delle rotatorie è pertanto da utilizzare in tale contesto.

L'algorithmo inizia con l'inserimento della matrice di distribuzione dei flussi di traffico :

0	48	249
51	0	115
277	118	0

A partire dalla matrice di distribuzione del traffico otteniamo due vettori:

- quello dei flussi circolanti davanti ad ogni ramo

118
249
51

- e quello dei flussi uscenti , sempre da ogni ramo:

328
166
364

A questo punto è necessario introdurre il coefficiente β del metodo CETUR, che è funzione della larghezza dell'anello e, in caso, anche del diametro esterno della rotatoria.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Nel caso in esame risulta essere $b = 1$

Una volta fissato b è possibile ricavare il vettore dei flussi di disturbo come combinazione lineare di quello dei flussi uscenti e di quello dei flussi circolanti, in riferimento ad ogni entrata:

183.6
282.2
123.8

Si può adesso introdurre il coefficiente γ che è funzione del numero di corsie all'entrata

1.5
1.5
1.5

e ricavare la formula della capacità entrante suggerita dal metodo CETUR ottenendo il vettore delle capacità entranti da ogni ramo:

$$\text{Centr} = g \cdot (1500 - 5/6 Q_{\text{dist}}) \text{ (veic/h)}$$

2020.5
1897.25
2095.25

tenendo presente che la capacità è nulla in caso si abbia un flusso di disturbo $Q_{\text{dist}} \geq 1800$ veic/h

Si passa adesso al calcolo della capacità semplice della rotatoria. Si premette la definizione che è la seguente: si definisce capacità semplice di una rotatoria, rispetto ad un dato scenario di ripartizione dei flussi di traffico, quel valore di flusso massimo che si può avere in entrata da ciascun ramo al momento che, per uno di questi, si ha l'inizio della congestione.

Dalla formula $\delta^* \text{Centr} = g \cdot (1500 - 5/6 \delta^* Q_{\text{dist}})$ si ricava il valore di δ per ognuno dei rami della rotatoria; il più piccolo dei δ trovati individua la capacità semplice.

4.2735
4.33735
4.09277

La capacità semplice della rotatoria si calcola come prodotto di δ per il vettore dei flussi entranti, ottenendo così i seguenti valori:

1215.55
679.4
1616.64

Il passo successivo è il calcolo della capacità totale della rotatoria, la cui definizione è la seguente: si definisce capacità totale della rotatoria, rispetto ad un dato scenario di ripartizione dei flussi di traffico, la somma dei valori dei flussi entranti da ogni ramo che simultaneamente determinano la congestione dei rami stessi.

Il calcolo viene svolto iterativamente (metodo di Gauss-Seidel) calcolando la capacità con la formula

$$\text{Centr} = g \cdot (1500 - 5/6 Q_{\text{dist}}) \text{ (veic/h)}$$

e inizializzando l'algoritmo ponendo il vettore capacità uguale a quello dei flussi entranti.

Per il calcolo iterativo sviluppato con il metodo di Gauss-Seidel va inoltre imposto un test di arresto.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Test di arresto: $1/4 \sum (|C_{k+1} - C_k|/C_k) < \varepsilon$ con $\varepsilon = 1\%$

Alla fine del calcolo iterativo, ovvero dopo 5 iterazioni, abbiamo ottenuto il vettore capacità totale corrispondente all'ultima iterazione effettuata:

1229.73
688.031
1367.53

e sommando gli elementi del vettore si ottiene il valore della **Capacità totale della rotatoria**

3285.3

La prima entrata ad andare in congestione è 0 ed i tempi di attesa per l'ingresso in rotatoria dai singoli rami sono:

2.82349
2.51682
3.05951

che confrontati coi valori della tabella 17.2 del Manuale HCM2000 o HCM2010 per le intersezioni non semaforizzate, forniscono i seguenti livelli di servizio:

Livello di servizio: A

Livello di servizio: A

Livello di servizio: A

Il vettore del 95° percentile della distribuzione della lunghezza delle coda è, in veicoli, per i vari rami di ingresso (**calcolato secondo il metodo HCM 2010**):

0.515737
0.287272
0.694686

e quindi il vettore del 95° percentile della distribuzione della lunghezza delle coda in metri risulta essere:

3.09442
1.72363
4.16811

mentre il vettore della lunghezza media della coda è, in veicoli, per i vari rami di ingresso:

0.232938
0.116053
0.335696

e in metri:

1.39763
0.696319
2.01418

Riserva di capacità

La differenza tra la Capacità dell'entrata C_e e il flusso in ingresso Q_e è definita RISERVA DI CAPACITA' R_c dell'entrata.

Il valore di R_c dovrebbe essere compreso tra il 20% e l'80%.

Se $5\% < R_c < 25\%$ occorre fare attenzione ai tempi di attesa e alla lunghezza delle code, se $R_c < 5\%$ allora sono da temere gravi malfunzionamenti.

Viceversa un valore troppo elevato di R_c su un'entrata principale deve indurre a pensare se la sua larghezza non sia sovradimensionata o se il numero delle corsie non sia maggiore del necessario. Se R_c è elevata su tutte le entrate si può arrivare a ridurre la larghezza dell'anello.

Rc (%)	Condizione di esercizio
> 30%	Fluida
compresa tra il 15% e il 30%	Soddisfacente
compresa tra il 0% e il 15%	Aleatoria
< 0%	Critica

Figura : Riserva di capacità e condizione di esercizio

Nel caso specifico si hanno i seguenti valori di Riserva di capacità R_c e le seguenti condizioni di esercizio:

Riserva di capacità'	Condizione
85.3%	Fluida
91.3%	Fluida
81.1%	Fluida

Conclusioni

Gli scenari di traffico individuati a base della simulazione hanno permesso di verificare la soddisfazione o meno dei requisiti di capacità e prestazione rispetto a situazioni tipiche dei periodi di punta del traffico.

Il risultato finale è una rotatoria avente le seguenti caratteristiche:

- diametro del cerchio inscritto: 12 m;
- larghezza dell'anello: 7 m;
- numero di corsie nell'anello 1 ;
- numero di corsie in ingresso:

Ramo della rotatoria	Numero di corsie
1	2
2	2
3	2

La verifica della rotatoria, effettuata con il metodo Metodo CETUR è

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

completamente soddisfatta in quanto la capacità semplice è sempre maggiore dei flussi entranti:

CAPACITA' SEMPLICE		FLUSSI ENTRANTI
1215.55	>	297
679.4	>	166
1616.64	>	395

e la capacità totale è maggiore della somma dei flussi entranti in rotatoria:

CAPACITA' TOTALE		SOMMA FLUSSI ENTRANTI

2.3.6 Dati di traffico e verifica capacità rotatoria intersezione B

Il calcolo di verifica delle caratteristiche di capacità e di prestazione della rotatoria proposta in progetto è stato condotto sulla base di uno scenario di traffico risultante dai dati misurati in un giorno feriale tipo.

L'ora più critica risulta individuata nel periodo del giorno .

La capacità e i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora (eph), valutati per periodi di rilevazione di 15 minuti, tramite i 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

Figura : Coefficienti di conversione in eph

I flussi orari rilevati allo stato attuale (in riferimento al periodo di punta) sono così distribuiti:

0	233	56
251	0	92
63	75	0

Calcolo di capacità e prestazioni secondo il metodo francese CETUR

L'algorithmo CETUR è una formulazione sperimentale ottenuta in base a osservazioni eseguite su un vasto campione di rotatorie nei contesti URBANI francesi; il metodo CETUR per il calcolo della capacità delle rotatorie è pertanto da utilizzare in tale contesto.

L'algorithmo inizia con l'inserimento della matrice di distribuzione dei flussi di traffico :

0	233	56
251	0	92
63	75	0

A partire dalla matrice di distribuzione del traffico otteniamo due vettori:

- quello dei flussi circolanti davanti ad ogni ramo

75
56
251

- e quello dei flussi uscenti , sempre da ogni ramo:

314
308
148

A questo punto è necessario introdurre il coefficiente β del metodo CETUR, che è funzione della larghezza dell'anello e, in caso, anche del diametro esterno della rotatoria.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Nel caso in esame risulta essere $b = 1$

Una volta fissato b è possibile ricavare il vettore dei flussi di disturbo come combinazione lineare di quello dei flussi uscenti e di quello dei flussi circolanti, in riferimento ad ogni entrata:

137.8
117.6
280.6

Si può adesso introdurre il coefficiente γ che è funzione del numero di corsie all'entrata

1.5
1.5
1.5

e ricavare la formula della capacità entrante suggerita dal metodo CETUR ottenendo il vettore delle capacità entranti da ogni ramo:

$$\text{Centr} = g \cdot (1500 - 5/6 Q_{\text{dist}}) \text{ (veic/h)}$$

2077.75
2103
1899.25

tenendo presente che la capacità è nulla in caso si abbia un flusso di disturbo $Q_{\text{dist}} \geq 1800$ veic/h

Si passa adesso al calcolo della capacità semplice della rotatoria. Si premette la definizione che è la seguente: si definisce capacità semplice di una rotatoria, rispetto ad un dato scenario di ripartizione dei flussi di traffico, quel valore di flusso massimo che si può avere in entrata da ciascun ramo al momento che, per uno di questi, si ha l'inizio della congestione.

Dalla formula $\delta^* \text{Centr} = g \cdot (1500 - 5/6 \delta^* Q_{\text{dist}})$ si ricava il valore di δ per ognuno dei rami della rotatoria; il più piccolo dei δ trovati individua la capacità semplice.

4.87805
4.59184
4.60358

La capacità semplice della rotatoria si calcola come prodotto di δ per il vettore dei flussi entranti, ottenendo così i seguenti valori:

1327.04
1575
633.673

Il passo successivo è il calcolo della capacità totale della rotatoria, la cui definizione è la seguente: si definisce capacità totale della rotatoria, rispetto ad un dato scenario di ripartizione dei flussi di traffico, la somma dei valori dei flussi entranti da ogni ramo che simultaneamente determinano la congestione dei rami stessi.

Il calcolo viene svolto iterativamente (metodo di Gauss-Seidel) calcolando la capacità con la formula

$$\text{Centr} = g \cdot (1500 - 5/6 Q_{\text{dist}}) \text{ (veic/h)}$$

e inizializzando l'algoritmo ponendo il vettore capacità uguale a quello dei flussi entranti.

Per il calcolo iterativo sviluppato con il metodo di Gauss-Seidel va inoltre imposto un test di arresto.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Test di arresto: $1/4 \sum (|C_{k+1} - C_k|/C_k) < \varepsilon$ con $\varepsilon = 1\%$

Alla fine del calcolo iterativo, ovvero dopo 5 iterazioni, abbiamo ottenuto il vettore capacità totale corrispondente all'ultima iterazione effettuata:

1214.92
1371.29
718.117

e sommando gli elementi del vettore si ottiene il valore della **Capacità totale della rotatoria**

3304.33

La prima entrata ad andare in congestione è 0 ed i tempi di attesa per l'ingresso in rotatoria dai singoli rami sono:

2.70784
2.86066
2.40725

che confrontati coi valori della tabella 17.2 del Manuale HCM2000 o HCM2010 per le intersezioni non semaforizzate, forniscono i seguenti livelli di servizio:

Livello di servizio: A

Livello di servizio: A

Livello di servizio: A

Il vettore del 95° percentile della distribuzione della lunghezza delle coda è, in veicoli, per i vari rami di ingresso (**calcolato secondo il metodo HCM 2010**):

0.48365
0.583114
0.23481

e quindi il vettore del 95° percentile della distribuzione della lunghezza delle coda in metri risulta essere:

2.9019
3.49868
1.40886

mentre il vettore della lunghezza media della coda è, in veicoli, per i vari rami di ingresso:

0.217379
0.272557
0.092278

e in metri:

1.30428
1.63534
0.553668

Riserva di capacità

La differenza tra la Capacità dell'entrata C_e e il flusso in ingresso Q_e è definita RISERVA DI CAPACITA' R_c dell'entrata.

Il valore di R_c dovrebbe essere compreso tra il 20% e l'80%.

STUDIO DI IMPATTO TRASPORTISTICO

Se $5\% < R_c < 25\%$ occorre fare attenzione ai tempi di attesa e alla lunghezza delle code, se $R_c < 5\%$ allora sono da temere gravi malfunzionamenti.

Viceversa un valore troppo elevato di R_c su un'entrata principale deve indurre a pensare se la sua larghezza non sia sovradimensionata o se il numero delle corsie non sia maggiore del necessario. Se R_c è elevata su tutte le entrate si può arrivare a ridurre la larghezza dell'anello.

Rc (%)	Condizione di esercizio
> 30%	Fluida
compresa tra il 15% e il 30%	Soddisfacente
compresa tra il 0% e il 15%	Aleatoria
< 0%	Critica

Figura : Riserva di capacità e condizione di esercizio

Nel caso specifico si hanno i seguenti valori di Riserva di capacità R_c e le seguenti condizioni di esercizio:

Riserva di capacità'	Condizione
86.1%	Fluida
83.7%	Fluida
92.7%	Fluida

Conclusioni

Gli scenari di traffico individuati a base della simulazione hanno permesso di verificare la soddisfazione o meno dei requisiti di capacità e prestazione rispetto a situazioni tipiche dei periodi di punta del traffico.

Il risultato finale è una rotatoria avente le seguenti caratteristiche:

- diametro del cerchio inscritto: 9 m;
- larghezza dell'anello: 4.5 m;
- numero di corsie nell'anello 1 ;
- numero di corsie in ingresso:

Ramo della rotatoria	Numero di corsie
1	2
2	2
3	2

La verifica della rotatoria, effettuata con il metodo Metodo CETUR è

completamente soddisfatta in quanto la capacità semplice è sempre maggiore dei flussi entranti:

CAPACITA'SEMPLICE		FLUSSI ENTRANTI
1327.04	>	289
1575	>	343
633.673	>	138

e la capacità totale è maggiore della somma dei flussi entranti in rotatoria:

CAPACITA'TOTALE		SOMMA FLUSSI ENTRANTI

3. Valutazione e verifica delle condizioni di accessibilità della struttura di vendita rispetto alla viabilità circostante secondo gli standard previsti dalla GDR n° 55/108 del 29/12/2000.

3.1 Accessibilità a Livello Puntuale del Lotto (art. 5.4.3 del D.G.R. n. 55/108 del 29/12/2000)

In questo paragrafo vengono valutate le condizioni di accessibilità a livello puntuale, ossia sulle intersezioni che regolano l'accesso diretto all'area parcheggi della struttura commerciale, secondo i criteri richiamati dall'allegato alla DGR. 27/36 del 19.6.2012 e definiti al punto 5.4 della DGR 55/108.

La verifica delle condizioni di accessibilità a livello puntuale deve essere prodotta per tutte le MSV e GSV. La superficie di vendita assunta a riferimento, quale criterio discriminante di verifica, è quella totale della struttura di vendita.

La verifica prevede l'analisi ex-ante delle condizioni di traffico "future", ossia in presenza della struttura di vendita in oggetto e sono state effettuate con riferimento all'ora di punta antimeridiana (17:30-18:30), in corrispondenza della quale, considerata la natura commerciale dell'intervento, si realizzano i maggiori carichi veicolari per la contemporanea sovrapposizione delle punte di traffico (quella dei rientri pomeridiani e quella di accesso alle strutture commerciali).

In particolare vengono valutate le condizioni operative del deflusso veicolare che si realizzeranno in corrispondenza dell'intersezione tra la Via Sulcitana e la strada di nuova realizzazione.

La DGR 55/108 prescrive che le aree di sosta siano opportunamente raccordate alla viabilità, in modo tale da non determinare, nelle situazioni di massimo utilizzo delle aree di sosta, condizioni di intralcio alla circolazione sulla viabilità (ad esempio la formazione di code).

La sistemazione progettuale del caso in esame prevede due accessi all'area parcheggi destinati anche ai veicoli merci.

Il progetto prevede due accessi sulla strada di lottizzazione:

Ingresso 1

Tipo: Ingresso – Uscita

Larghezza = 11,00 m (oltre ingresso pedonale: 2.50 m)

Distanza da “Intersezione A” = 17 m

Ingresso 2 – Strada Vicinale Santa Barbara

Tipo: Ingresso – Uscita

Larghezza = 9.40 m

Distanza da “Intersezione A” = 104 m

Gli accessi posti in progetto risultano sufficientemente ampi da garantire un afflusso delle auto in maniera da non creare intralci alla circolazione pubblica sia nelle manovre di ingresso che di uscita (larghezza passo minimo m 9,00).

Questi sono stati dimensionati e collocati in modo tale da garantire un sufficiente livello di sicurezza durante l'esecuzione delle manovre necessario all'ingresso e all'uscita dei veicoli dalla pertinenza commerciale; Tutto ciò consentendo l'incanalamento nelle correnti di traffico presenti della viabilità pubblica.

La tipologia, il numero e le caratteristiche geometriche previste per gli accessi all'area di sosta sono tali da non determinare condizioni d'intralcio alla circolazione sulla viabilità quali, ad esempio, la formazione di code sulla sede stradale destinata alla circolazione anche nelle situazioni di massimo utilizzo dell'area di sosta.

Si evidenzia inoltre che, così come raccomandato dalla normativa vigente, lungo gli apprestamenti per le manovre di entrata e uscita non è prevista la realizzazione di accessi, passi carrabili, aree di sosta, fermate veicolari ed altre consimili funzioni.

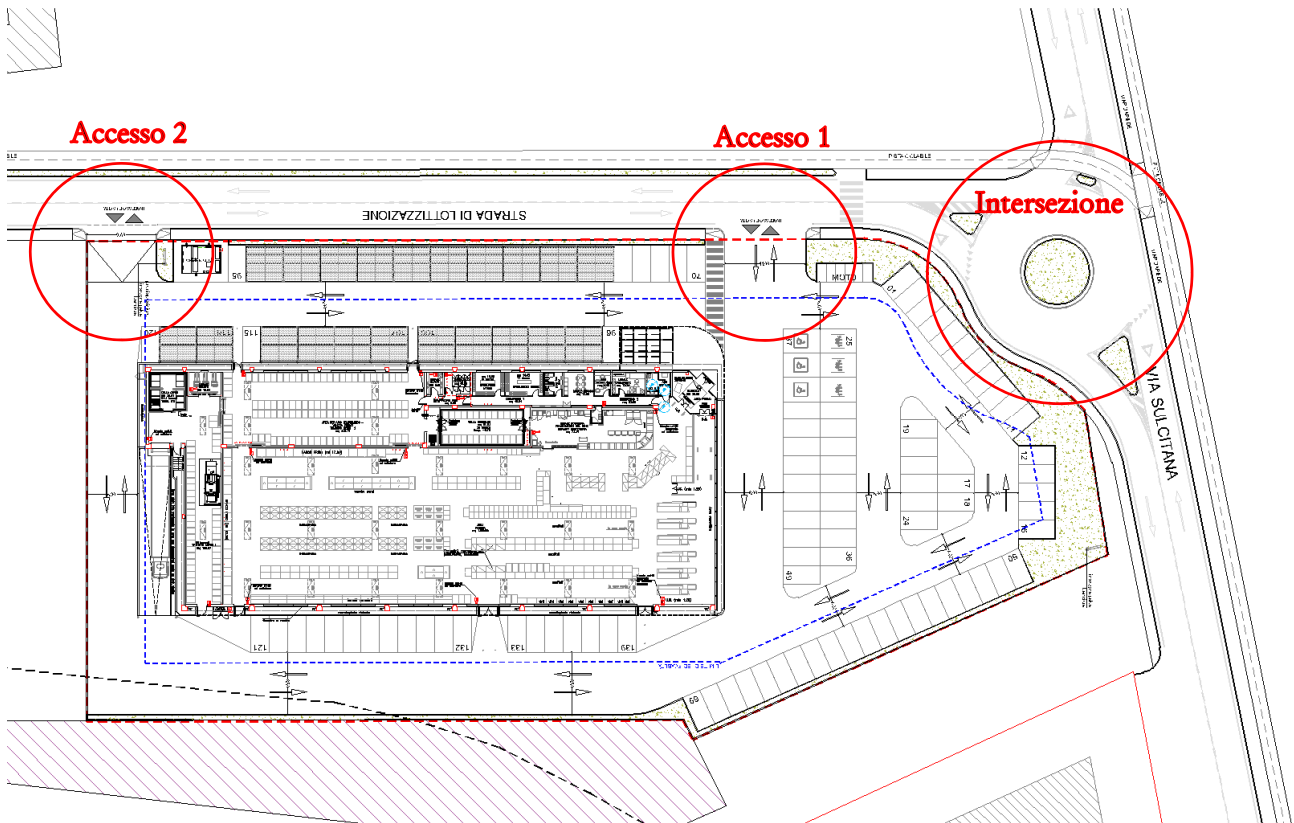


Figura 11 – Accessi da Viabilità Pubblica

L'assenza di manovre d'attraversamento della strada principale (Via Sulcitana), secondo la metodologia HCM, garantisce che le correnti di traffico in transito sulla stessa, non risultino disturbate dai veicoli in entrata e uscita dall'area parcheggi della struttura di vendita e pertanto le loro condizioni di deflusso permangono stabili e corrispondenti al Livello di Servizio individuato in precedenza.

Il processo di verifica ha evidenziato che nel nodo d'accesso all'area di sosta della struttura di vendita in progetto, anche nelle condizioni di massimo utilizzo delle aree di sosta, non si verificheranno condizioni critiche di intralcio alla circolazione e comunque rispettano il "Limite accettabile di congestione" indicato dalla normativa.

4 Conclusioni

Le verifiche condotte secondo quanto indicato della normativa di riferimento, ossia riferendosi alle metodologie proposte nel Highway Capacity Manual (HCM), hanno dato **esito positivo**.

In nessun caso ipotizzato sono stati riscontrati Livelli di Servizio inferiori al "E". In particolare, il traffico addizionale relativo alla MSV, computato così come previsto dalla DGR 55/108 del 29 dicembre 2000, tenuto conto dei flussi veicolari attuali, non determina nella rete viaria esistente situazioni di flusso instabile, inferiori al LdS "E".

L'accesso all'area d'intervento, così come configurato nella proposta progettuale, risulta in grado di smaltire i flussi veicolari in ingresso e in uscita, senza che si verifichino condizioni critiche d'intralcio alla circolazione.

Infine si evidenzia che le stime condotte sono da considerarsi prudenziali e a tutto vantaggio della sicurezza in quanto:

- Come scritto nel paragrafo 1.2, la Superficie di Vendita della struttura necessita di una dotazione minima di parcheggi pari a 136 che genererebbe un flusso addizionale di 272 veic./h, poiché la proposta progettuale prevede 139 posti auto a disposizione della clientela, il traffico addizionale da sommare ai flussi di traffico attuali è pari a 278 veicoli/ora, sovradimensionato quindi rispetto alla reale attrazione della MSV;
- Diverse esperienze hanno messo in evidenza come la metodologia dell'HCM sottostimi la capacità dell'intersezione di un 10-20%;
- I flussi veicolari generati dalla struttura di vendita in progetto sono stati aggiunti integralmente alla rete, mentre appare verosimile che almeno una quota di questi sarà costituita da veicoli che già attualmente (ossia in assenza della struttura) insistono sulla rete di trasporto analizzata.

Pertanto, per quanto riguarda le condizioni di deflusso della circolazione veicolare, nulla osta alla realizzazione della proposta.

Cagliari, 01/02/2021

Il Tecnico

Ing. Ivan Zucca