

Autorità di Sistema Portuale
del Mar Adriatico Centro Settentrionale

**APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI, NUOVO
TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E RIUTILIZZO DEL
MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE AL P.R.P. VIGENTE 2007
I FASE**

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

STUDIO DEL TRAFFICO

FILE

1114.URB.L1.Q.doc

CODICE

URB.L1.Q

SCALA

Rev.	Data	Causale
0	Set. 2014	Emissione
1	Set. 2015	Revisione
2		
3		

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL
MARE ADRIATICO CENTRO SETTENTRIONALE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IL DIRETTORE TECNICO
(Ing. Fabio Marzetti)



MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER
LE OPERE PUBBLICHE PER LA LOMBARDIA
E L'EMILIA ROMAGNA

IL RESPONSABILE DELLA REVISIONE
DELLA PROGETTAZIONE
(Ing. Francesco Cattani)

PROPRIETÀ

PROGETTAZIONE URBANISTICA

sapir_logo.jpg



Ing. Riccardo Arvedi

PROGETTO CON ARCH. SIMONE MAZZOTTI ARCH. ELENA MINGOZZI ARCH. ENZO DE LEO
architettura urbanistica conservazione viale della lirica 49 48124 ravenna tel fax 0544 278118
analisi vegetazionale e studio paesaggistico Studio Verde s.r.l. dimensionamento reti fognaria bianca e nera acqua gas laminazione Ing. G. Minori



LUOGHI DELLA CITTÀ



**PORTO DI
RAVENNA**

SAPIR Engineering s.r.l.

Via G.A.Zani,1 Ravenna

***Studio dei livelli di traffico stradale a corredo del Piano Urbanistico
Attuativo del Comparto 1 POC Logistica***

Analisi trasportistica degli archi stradali a servizio del Comparto 1

Via Classicana, Via Trieste, Via Circonvallazione Canale Molinetto

Relazione Tecnica per il calcolo del Livello di Servizio

Febbraio 2016

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
2. INQUADRAMENTO DELLA VIABILITÀ PORTUALE	2
3. VARIANTE AL PUA: COMPARTO DI NUOVO INSEDIAMENTO	5
4. STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI AL 2025 PER VIA TRIESTE E VIA CLASSICANA	7
5. CALCOLO DEL LIVELLO DI SERVIZIO AL 2025	9
5.1 METODO DI CALCOLO DEL LIVELLO DI SERVIZIO	9
5.2 CALCOLO DEL LOS PER L'ARCO 6 DI VIA TRIESTE	17
5.3 CALCOLO DEL LOS PER L'ARCO 7 DI VIA CLASSICANA SUD	20
5.4 CALCOLO DEL LOS PER L'ARCO 8 DI VIA CLASSICANA NORD	22
6. STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI AL 2025 PER VIA CANALE MOLINETTO	25
7. CONCLUSIONI	28

1. PREMESSA

La presente Relazione Tecnica trasportistica mira a fornire un'analisi di stima dei flussi veicolari e dei relativi Livelli di Servizio, che interesseranno gli archi stradali in accesso al nuovo Comparto di SAPIR SpA in progetto nell'area denominata Logistica 1, attualmente verde, delimitata a Nord da Via Trieste, ad Est da Via Classicana, a Sud dalla Circonvallazione Canale Molinetto ed ad Ovest dalla linea ferroviaria.

Lo scenario progettuale, si riferisce direttamente all'anno 2025, considerando, nella più gravosa delle ipotesi, che tutte le opere del PRP 2007 con effetti diretti e indiretti sul traffico portuale stradale siano effettivamente realizzate, prime fra tutte, il Nuovo Terminal Container SAPIR in Trattaroli Destra ed il by-bass sul Candiano.

L'analisi si basa sugli scenari di traffico stimati da studi pregressi, integrandoli con i dati tecnici e commerciali forniti da SAPIR SpA e relativi, *in primis*, al terminal operativo della Darsena San Vitale. Le ipotesi sui traffici di veicoli pesanti e leggeri generati dall'area di nuovo impianto si basa, a favore di sicurezza, su un incremento percentuale identico a quello previsto nello Studio attuativo del PRP2007. La stima dei traffici è condotta, sulla base delle attività effettivamente previste, rapportando l'estensione degli attuali comparti SAPIR SpA in cui si svolgono analoghe attività, con le superfici potenzialmente fruibili della nuova area del Comparto Logistica 1. Tali aree saranno in parte destinate all'ampliamento delle aree SAPIR della Darsena San Vitale, ad esse collegate tramite un asse diretto sotto dogana ed in parte destinate alla realizzazione di superfici commerciali direttamente connesse alla rete viaria tramite la strada ex-SAROM.

A valle della stima dei flussi di traffico al 2025, il calcolo dei Livelli di Servizio degli archi stradali in esame è effettuato, al pari dello Studio pregresso, adottando le metodologie proposte dall'Highway Capacity Manual del Transportation Research Board - National Academies of Science - USA.

2. INQUADRAMENTO DELLA VIABILITÀ PORTUALE

Il porto di Ravenna è raggiungibile tramite due infrastrutture viarie, che si sviluppano per l'intera lunghezza del porto canale. Tale viabilità permette ai traffici in entrata ed in uscita di raggiungere i diversi terminali disposti lungo il canale, nonché gli impianti industriali ed i magazzini esistenti. Le due infrastrutture (asse viale delle Industrie-via Baiona e via Trieste), sono tra loro collegate tramite un unico ponte che attraversa il Canale Candiano all'altezza della darsena di città. La viabilità principale portuale è poi collegata con altri due assi, trasversali al porto canale, utilizzati per raggiungere rispettivamente il lato sud e quello nord della tangenziale di Ravenna. Il primo asse è costituito dalla Strada Statale n°67 - Via Classicana (due carreggiate separate con due corsie per senso di marcia e svincoli a livelli sfalsati), mentre il secondo si sviluppa sulla viabilità urbana su due corridoi alternativi (via Bassette-via Canale Magni e via Romea Nord) con interferenze quindi con altri traffici e intersezioni a raso.

La Darsena San Vitale, in parte gestita da SAPIR, occupa le zone portuali a ridosso della Via Trieste e comprese tra la Via Classicana e il Canale Candiano.

Il Comparto produttivo oggetto della presente relazione fa parte dell'area del POC denominata Logistica, posta ad Est rispetto l'area urbana, in prossimità della frazione Porto Fuori, direttamente collegata alla zona portuale tramite la SS 67 Classicana e al litorale tramite Via Trieste e Via Circonvallazione Canale Molinetto. Il POC suddivide l'area Logistica in quattro differenti comparti attuativi distinti. I primi due sono individuabili a Nord di Via Canale Molinetto, rispettivamente posti uno ad Ovest e l'altro ad Est della Via Classicana. Il terzo ed il quarto sono posti a Sud di Via Canale Molinetto e ad Est rispetto a Via Classicana.

L'area oggetto di studio della presente relazione è denominata Logistica 1, sita a Nord di Via Canale Molinetto e ad Ovest della Via Classicana. I tronchi stradali di interesse sono quindi costituiti dalla Via Classicana che fiancheggia ad Est l'area di nuovo impianto, ed intercetta a Nord Via Trieste e, a Sud, Via Canale Molinetto. La Via Classicana è interessata in maniera distinta dai flussi di traffico generati/attratti dalle aree di nuovo impianto della Logistica 1, in quanto parte dei flussi debbono necessariamente insistere sul tratto a valle della Via Trieste (Classicana Nord) per accedere dal varco doganale della Darsena San Vitale alle aree SAPIR, mentre la restante parte, collegata alla viabilità tramite la strada ex-SAROM, insiste sul tratto di Via Classicana a monte della Via Trieste (Classicana Sud).

Ai fini della presente relazione si descrivono a seguire le peculiarità degli archi stradali in esame. Via Classicana è costituita da una piattaforma a doppia carreggiata a due corsie ciascuna. La sezione stradale per il tratto interessato presenta una sezione stradale uniforme, con spartitraffico protetto con barriere stradali in cls, ed assenza di banchine laterali. Le dimensioni trasversali della piattaforma asfaltata di ciascuna carreggiata indicano, una larghezza minima di 7,50 ml ed una massima di circa 9,00 ml. Le dimensioni minime dello spartitraffico sono di 2 ml. Le intersezioni più importanti sono risolte tramite svincoli a livelli sfalsati con apposite corsie di accelerazione e decelerazione.

Una criticità di restringimento è presente in corrispondenza del transito al di sotto di Via Trieste dove la tipologia di opera non consente il passaggio a piena sezione, con tutto ciò che questo può comportare nel caso si verificano occlusioni del tratto in quel punto ed emergenze nel porto (Figura 1).



Figura 1: Restringimento della sezione stradale della Via Classicana sotto Via Trieste

Via Trieste (Figura 2) è costituita da una piattaforma a singola carreggiata con una corsia per senso di marcia. Le dimensioni della sezione sono, nel tratto interessato, generose con una larghezza della corsia di almeno 4,5 ml (lontano dagli svincoli) ed una banchina pavimentata di 1,5 ml.



Figura 2: Sezioni di Via Trieste: corrente (sx), in zona di svincolo (dx).

L'intersezione con Via Classicana è a livelli sfalsati e presenta corsie di accelerazione e decelerazione dedicate. La sezione è equiparabile almeno ad una strada di Classe C.

Via Canale Molinetto è una strada a singola carreggiata ed una corsia per senso di marcia (Figura 3). La sezione è priva di banchina, ma la larghezza delle corsie è sufficientemente ampia da consentire il transito agevole di mezzi pesanti. La larghezza della corsia è prossima ai 4 ml. L'intersezione con Via Classicana è risolta tramite uno svincolo a livelli sfalsati dalle geometrie non tradizionali, essendo i bracci di svincolo anche sede di accessi privati ad abitazioni e campi coltivati.



Figura 3: Sezioni di Via Canale Molinetto: corrente (sx), in zona di svincolo (dx e sotto).

3. VARIANTE AL PUA: COMPARTO DI NUOVO INSEDIAMENTO

Al fine di operare nel pieno sfruttamento delle aree portuali adiacenti al ramo principale della Via Classicana, il POC Logistica del 2010 prevede la realizzazione di quattro Comparti tra loro adiacenti secondo quanto riportato nell'estratto di Figura 4.

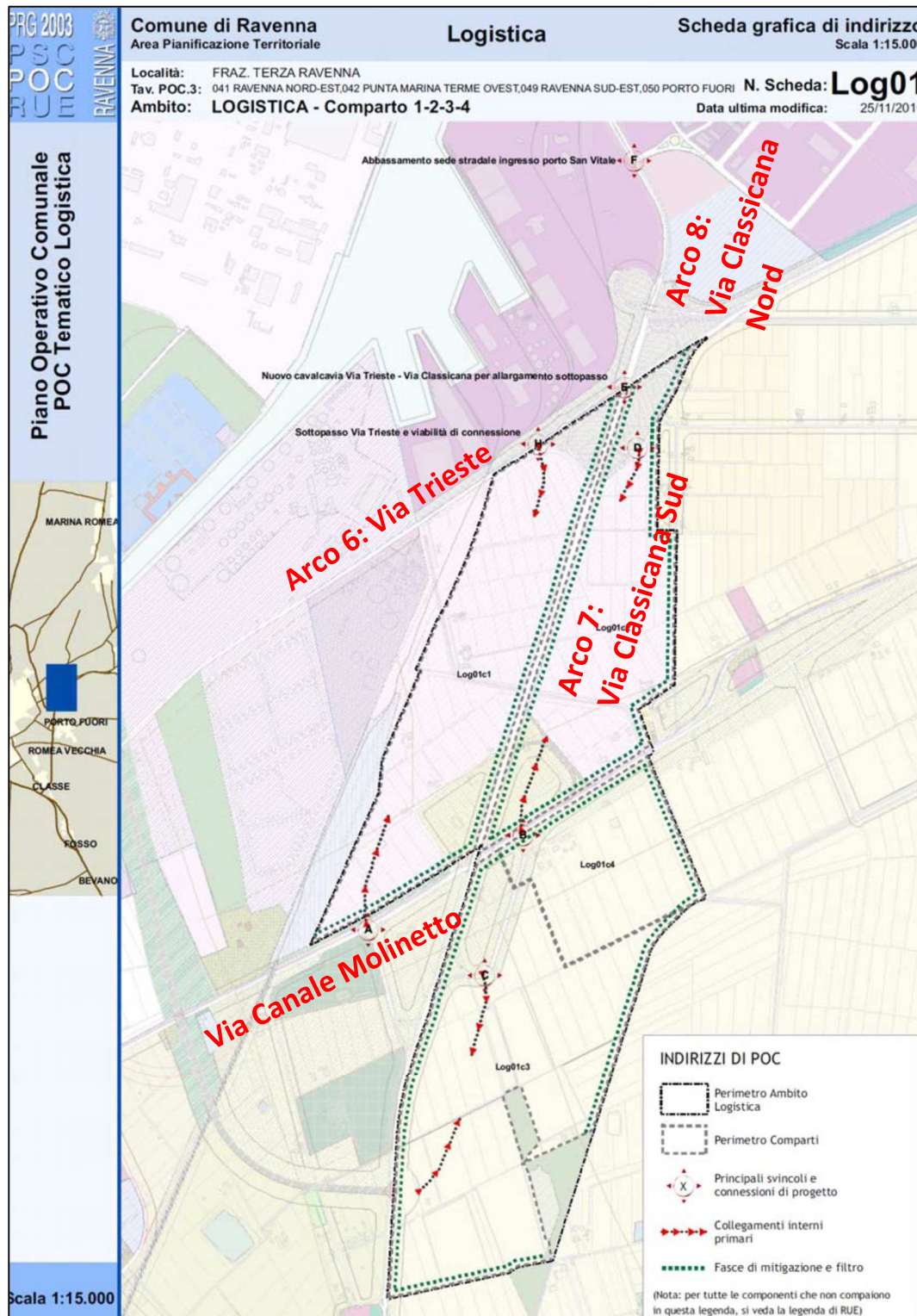


Figura 4: Estratto della Scheda di indirizzo del POC Logistica

L'intera area di nuovo impianto, sarà suddivisa in 2 macro aree (Figura 5): una destinata direttamente alle attività di SAPIR SpA (in azzurro), l'altra destinata ad attività terze (in rosso). Le aree di nuova realizzazione, denominate SAPIR 1 e 2, sommano complessivamente 208'231 mq ed ospiteranno una serie di attività di stoccaggio e movimentazione di merci non pericolose in piazzali e/o magazzini opportunamente progettati e realizzati, in linea con quanto già in essere all'interno delle superfici di proprietà SAPIR SpA, fatta esclusione per il traffico di container che interesserà il nuovo Terminal Container in progetto nell'area Trattaroli Destra.

Le aree SAPIR 1 e 2 saranno direttamente collegate alla Darsena San Vitale di SAPIR tramite un ramo che attraversa la ferrovia e la Via Trieste e saranno sottoposte a regime doganale. Di conseguenza il flusso veicolare attratto e generato da tali aree, sarà direttamente recepito dal tratto stradale di Via Classicana Nord, di diretto accesso all'area commerciale di SAPIR SpA dalla dogana della Darsena San Vitale.

Le aree ALTRI 1 e 2 non saranno connesse al terminal doganale SAPIR della Darsena San Vitale, ma avranno accesso alla rete stradale locale tramite la strada denominata ex-SAROM e tramite la Via Canale Molinetto. L'attraversamento della Via Trieste avverrà tramite uno scatolare dedicato.

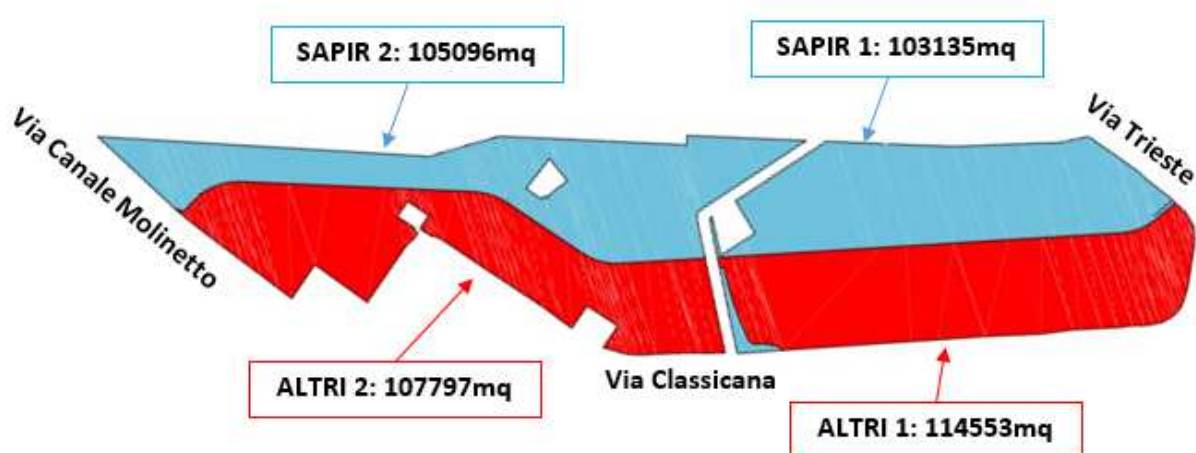


Figura 5: Individuazione delle nuove aree produttive con relativa superficie

Ai fini della presente relazione, si assume che la realizzazione del nuovo Comparto richieda un lasso temporale ridotto rispetto all'arco di tempo ipotizzato per la stima dei flussi veicolari e dei relativi Livelli di Servizio che si avranno sulle Vie Classicana, Trieste e Canale Molinetto al 2025. Nello specifico, ed in prima ipotesi, le superfici di nuovo impianto potranno ospitare, oltre a edifici del terziario, le seguenti categorie merceologiche:

- Fertilizzanti e concimi;
- Minerali ferrosi;
- Minerali greggi, manufatti e materiali da costruzione;
- Prodotti agricoli;
- Carboni e combustibili;

- Pellet-cippato;
- Merci varie, impiantistica, pezzi speciali;
- Prodotti metallurgici e siderurgici;
- Moduli abitativi;
- Rotabili;
- Imbarcazioni;
- Merci in pallette o sacconi;
- Merci refrigerate.

La collocazione degli accessi al Comparto è tale per cui non ci sia un diretto ingresso alle aree SAPIR 1 e 2 dalle strade confinanti all'area di nuovo impianto. Le Vie Classicana Sud, Trieste e Canale Molinetto sono pertanto interessate dai soli flussi in approccio alle aree denominate ALTRI 1 e 2, che impegneranno i relativi svincoli. Ai fini della stima si ipotizzerà, a favore di sicurezza, che tutti i flussi generati/attratti dal nuovo Comparto graveranno, di volta in volta, su uno degli archi in esame.

4. STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI AL 2025 PER VIA TRIESTE E VIA CLASSICANA

Al fine di stimare i flussi veicolari gravanti sui tronchi stradali interessati dal nuovo Comparto all'anno 2025, si prendono in considerazione i flussi determinati nello Studio di Impatto Ambientale per l'Attuazione delle Opere Connesse al Piano Regolatore Portuale 2007. In tale studio, tre dei tratti stradali in esame sono identificati come Arco n°6 (via Trieste), Arco n° 7 e n° 8 (via Classicana, rispettivamente ramo a Sud e a Nord rispetto via Trieste) ed i flussi veicolari sono espressi in termini di TGM, calcolati nel primo scenario per l'anno 2015 e, secondo lo scenario di integrazione richiesto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, estesi all'anno 2025 considerando a favore di sicurezza, l'attuazione di tutti i sottoambiti del PRP2007, compresi il nuovo Terminal Container in Trattaroli Destra ed il by-pass sul Canale Candiano. Per la Via Canale Molinetto occorrono considerazioni specifiche per stimarne i flussi veicolari.

Con il PUA del Comparto 1 Logistica e la realizzazione delle nuove aree produttive previste, si aggiungono al contesto complessivo del PRP2007 ulteriori poli attrattori/generatori di traffico di modesta estensione. Ai flussi di traffico predetti, dovranno dunque assommarsi quelli che, nel decennio 2015-2025, si saranno sviluppati a seguito della realizzazione ed avviamento a regime delle nuove aree, nell'ipotesi che il trend di incremento per questi corrisponda a quello prodotto dalle attuali aree SAPIR della Darsena San Vitale, ovvero all'incremento stimato dallo Studio di Impatto Ambientale di cui sopra.

Il calcolo dei flussi complessivi al 2025, si avvale quindi di una semplice proporzione tra le superfici delle aree esistenti e di nuova realizzazione ed i rispettivi flussi veicolari in termini di TGM di veicoli leggeri e pesanti. Si assume anche l'ipotesi che le nuove aree SAPIR operino, così come ipotizzato per tutto lo scenario di stima, per un numero pari a 260 giorni/anno di piena attività, ovvero con spostamenti ridotti il sabato e pressoché assenti nei giorni festivi.

I dati di traffico riportati nella relazione di calcolo originaria per l'Arco n°6 sono:

TGM al 2015: 254 veicoli pesanti;

TGM al 2025: 426 veicoli pesanti.

I dati di traffico riportati nella relazione di calcolo originaria per l'Arco n°7 sono:

TGM al 2015: 3147 veicoli pesanti;

TGM al 2025: 3664 veicoli pesanti.

I dati di traffico riportati nella relazione di calcolo originaria per l'Arco n°8 sono:

TGM al 2015: 2892 veicoli pesanti;

TGM al 2025: 3238 veicoli pesanti.

Il terminal operativo SAPIR della Darsena San Vitale copre attualmente una superficie di 433'237 mq circa e, secondo i dati reali forniti a inizio 2015 è interessato da un flusso annuale di ingresso ed uscita di circa 101'000 veicoli pesanti complessivi.

Le aree di nuovo impianto SAPIR 1 e 2 sono stimate in una superficie produttiva complessiva pari a 208'231 mq e, in proporzione alle superfici SAPIR esistenti, possono generare oggi un traffico annuo di 48'548 veicoli pesanti. Nel decennio di stima, in base al tasso di crescita annuale stimato per i veicoli pesanti dalla Regione Emilia-Romagna per il Piano Regionale Integrato dei Trasporti, si calcola un aumento di flussi pari a circa il 12%. Per cui si somma circa il 12% di altri veicoli per un numero complessivo di veicoli pesanti nell'anno 2025 di 54'374.

Per semplificazione nella determinazione del LOS e a favore di sicurezza, si assume nel corso dell'analisi, che il flusso veicolare pesante generato dalle aree SAPIR 1 e 2 testé calcolato, sia interamente distribuito sull'Arco 8 oggetto di stima. Per cui, se si considerano i 260 giorni di operatività annui, si calcolano circa 209 veicoli pesanti che vanno ad aggiungersi ai veicoli insistenti sull'Arco 8 di Via Classicana Nord per un TGM complessivo di 3518 veicoli pesanti. Nel calcolo del TGM che interesserà l'Arco 8, sono stati considerati, a favore di sicurezza, anche i veicoli pesanti derivanti dalle 3 aree SAPIR di nuovo impianto aggiuntive e descritte nel PUA San Vitale.

Le aree di nuovo impianto ALTRI 1 e 2 sono stimate in una superficie produttiva complessiva pari a 222'350 mq e, in proporzione alle superfici SAPIR esistenti, possono generare oggi un traffico annuo di 51'840 veicoli pesanti. Considerando il tasso di crescita annuale precedentemente utilizzato, al 2025 si stima un numero complessivo di veicoli pesanti pari a 58'061.

Anche in questo caso, per semplificazione, nella determinazione del LOS e a favore di sicurezza, si assume nel corso dell'analisi, che il flusso veicolare pesante generato testé calcolato, sia interamente distribuito sull'arco di volta in volta oggetto di stima. Per cui, se si considerano i 260 giorni di operatività annui, si calcolano circa 223 veicoli pesanti che vanno ad aggiungersi ai veicoli insistenti sull'Arco 6 di Trieste per un TGM complessivo di 649 veicoli pesanti, sull'Arco 7 di Via Classicana Sud per un TGM complessivo di 3887 veicoli pesanti, e al traffico stimato su Via Canale Molinetto come di seguito illustrato.

5. CALCOLO DEL LIVELLO DI SERVIZIO AL 2025

Il calcolo del Livello di Servizio per la Via Classicana e la Via Trieste utilizza le stime di flussi condotte per l'anno 2025. I valori ottenuti nel paragrafo successivo scaturiscono, come già ricordato, da uno scenario ipotetico nel quale siano completate le opere di attuazione del PRP2007 e, contestualmente, siano avviate le attività sul Comparto Logistica 1 gestite da SAPIR.

Dunque, ai fini della verifica trasportistica degli Archi 6, 7 e 8 in esame, nei tratti interessati dai flussi generati dai nuovi lotti, si effettua sia il calcolo per lo scenario al 2025 in assenza dell'area di nuovo impianto, sia quello nel quale, allo stesso anno, esse siano già a pieno regime.

5.1 METODO DI CALCOLO DEL LIVELLO DI SERVIZIO

Il Livello di Servizio (Level Of Service, LOS) è una misura qualitativa che descrive le condizioni operative del flusso veicolare su di un tronco stradale, al variare della portata. I fattori che influenzano le condizioni operative del flusso sono molteplici e di non facile rappresentazione:

- la velocità media nel segmento stradale considerato;
- la libertà di manovra dell'utente;
- le interruzioni del flusso veicolare;
- la sicurezza;
- il comfort di marcia;
- l'economicità del viaggio.

Secondo l'Highway Capacity Manual (HCM), edito dal Transportation Research Board della National Academies of Science degli Stati Uniti d'America, i fattori da prendere in considerazione per una stima sintetica e realistica del Livello di Servizio sono:

- la velocità media nel segmento stradale;
- il rapporto tra portata e capacità possibile.

La stima del LOS come definito nel manuale HCM è, ad oggi, il metodo di calcolo più attendibile ed utilizzato in tutto il mondo per studi ingegneristici e trasportistici, sia in fase di progettazione di nuove infrastrutture viarie, sia in fase di verifica delle condizioni di deflusso veicolare su quelle esistenti. Le procedure HCM per la determinazione del Livello di Servizio si basano su sei categorie: da A ad F. Il LOS A rappresenta la miglior qualità del servizio, come ad esempio si verifica su di una strada interessata da un basso volume di traffico, che determina uno stato di assoluta assenza di congestione. Da LOS B a LOS E si attraversano stati di traffico sempre maggiormente congestionati, ma non ancora giunti al livello di saturazione. Tale ultima condizione viene descritta dal LOS F, il quale rappresenta una situazione di circolazione nella quale il volume di traffico supera la capacità geometrica dell'infrastruttura considerata.

L'HCM 2000 descrive varie tipologie di metodi per il calcolo del LOS, che variano a seconda della categoria di infrastruttura da analizzare: in particolare nella presente relazione si considera, per gli Archi 7 e 8 di Via Classicana la procedura di calcolo

impiegata per autostrade, che può facilmente essere utilizzata anche per strade extraurbane, per l'Arco 6 di Via Trieste si considera invece il metodo per strade a due corsie americane di classe I, che possono essere equiparate alle strade di Classe C secondo il Codice della Strada italiano.

5.1.1 Stima del LOS per le autostrade

Le curve di deflusso velocità media-volume e volume-densità per un segmento stradale, dipendono dalle condizioni prevalenti di strada e traffico. Nella Figura 6 si riportano le curve velocità media-flusso.

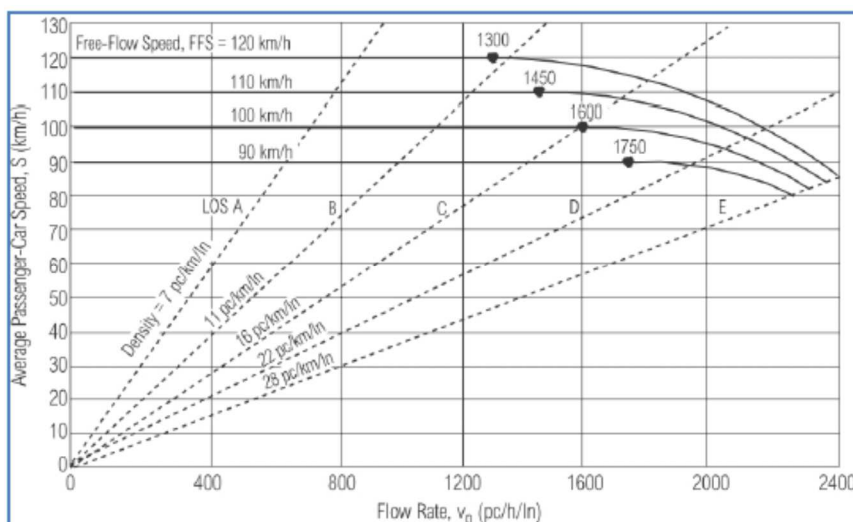


Figura 6. Curve Velocità media – Volume e LOS per un segmento autostradale.

Per la determinazione del LOS per una strada con carreggiate costituite da 2 corsie per senso di marcia, HCM assume come misura efficace la densità massima K (Tabella 1).

$$K = \frac{V_p}{FFS} [ve/km \cdot corsia]$$

in cui:

- K: densità veicolare, espressa in veicoli equivalenti/km per corsia;
- Vp: tasso di flusso, espressa in veicoli equivalenti/h per corsia;
- FFS: velocità a flusso libero (Free Flow Speed), ovvero velocità in presenza di scarso traffico, espressa in km/h.

LOS	A	B	C	D	E	F
K [ve/km · corsia]	0 – 7	> 7 - 11	> 11 - 16	> 16 - 22	> 22 - 28	> 28

Tabella 1. Densità veicolare per diversi valori di LOS.

La procedura per il calcolo del LOS va effettuata separatamente per entrambi i sensi di marcia.

Determinazione della velocità di flusso libero FFS

La determinazione della velocità di flusso libero FFS, è possibile sia tramite il rilievo diretto, facendo riferimento alla reali condizioni di strada e di traffico (difficilmente adottabile), sia tramite una determinazione analitica.

In questo caso si parte dal valore BFFS (velocità di progetto in condizioni ideali) da correggere con coefficienti riduttivi, associati alle effettive condizioni di traffico e di strada.

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID} \quad [\text{km/h}]$$

con:

- BFFS: velocità di progetto in condizioni ideali, espressa in km/h;
- f_{LW} : coefficiente riduttivo per larghezza corsie, espresso in km/h;
- f_{LC} : coefficiente riduttivo per larghezza banchina laterale, espresso in km/h;
- f_N : coefficiente riduttivo per numero corsie per senso di marcia, espresso in km/h;
- f_{ID} : coefficiente riduttivo per distanziamento svincoli, espresso in km/h.

Il fattore f_N viene posto sempre pari a zero in area extraurbana. Il coefficiente riduttivo per distanziamento svincoli prende in considerazione solamente quelli a livelli sfalsati. I fattori riduttivi sono ricavabili dalle seguenti tabelle, anche tramite interpolazione.

Larghezza corsie [m]	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0
f_{LW} [km/h]	0,0	1,0	2,1	3,1	5,6	8,1	10,6

Tabella 2. Fattore riduttivo per larghezza corsie.

Corsie/sdm [N]	≥ 5	4	3	2
f_N [km/h]	0,0	2,4	4,8	7,3

Tabella 3. Fattore riduttivo per numero corsie per senso di marcia.

Larghezza banchina [m]	Corsie/sdm [N]				f_L
	2	3	4	≥ 5	
≥ 1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	f_L [km/h]
1,5	1,0	0,7	0,3	0,2	
1,2	1,9	1,3	0,7	0,4	
0,9	2,9	1,9	1,0	0,6	
0,6	3,9	2,6	1,3	0,8	
0,3	4,8	3,2	1,6	1,1	
0,0	5,8	3,9	1,9	1,3	

Tabella 4. Fattore riduttivo per larghezza banchina.

Interscambi/km	<0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
f_i [km/h]	0,0	1,1	2,1	3,9	5,0	6,0	8,1	9,2	10,2	12,1

Tabella 5. Fattore riduttivo per distanziamento svincoli.

Determinazione del tasso di flusso V_p

Per tasso di flusso si intende la densità veicolare che interessa il determinato segmento stradale, espressa in veicoli equivalenti (HCM li rappresenta come passenger car) per ora, ossia auto/ora per senso di marcia (ve/h/corsia). Il metodo di calcolo proposto da HCM prende come dato di ingresso il flusso orario, derivante dal prodotto tra il Traffico

Giornaliero Medio (TGM) e il tasso dell'ora di picco k, corretto con una serie di coefficienti riduttivi che prendono in considerazione le caratteristiche geometriche e di traffico del tronco stradale considerato.

Il valore di V_p si ricava con la seguente formula:

$$V_p = \frac{V}{PHF \cdot N \cdot f_{HV} \cdot f_P}$$

in cui:

- V: flusso orario, derivante da $k \cdot TGM$, espresso in veic/h;
- PHF: fattore dell'ora di punta. Nel caso italiano, con traffico extraurbano, si assume solitamente un valore compreso tra 0,88 e 0,93;
- N: numero di corsie per senso di marcia;
- f_{HV} : fattore correttivo per veicoli pesanti e da turismo. Viene calcolato mediante la formula sotto riportata che prende in considerazione le percentuali di veicoli pesanti (P_T) e da turismo (P_R) sul flusso totale dei veicoli, corretti con opportuni coefficienti di equivalenza che fanno riferimento alle pendenze del tratto stradale (E_T , E_R) (Tabella 6).

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

Tipo tracciato	Piano	Ondulato	Montuoso
E_T	1,5	2,5	4,5
E_R	1,2	2,0	4,0

Tabella 6. Fattore riduttivo per pendenza media segmento stradale.

- f_P : fattore correttivo per le caratteristiche del conducente. Si fa riferimento ad un valore pari a 1 quando gli utenti della strada sono in prevalenza pendolari, un valore inferiore (fino a 0,85) quando gli utenti sono in prevalenza occasionali. Nella realtà extraurbana italiana, generalmente viene considerato un coefficiente pari a 0,90.

5.1.2 Stima del LOS per le strade a due corsie

Il manuale HCM 2000 propone, per le strade a due corsie, una suddivisione in due classi, la classe I e la classe II. Della prima classe fanno parte le strade principali che collegano importanti poli generatori di traffico e nelle quali i conducenti si aspettano di mantenere elevate velocità di percorrenza. La seconda comprende strade di collegamento secondario; la velocità che i conducenti si aspettano di mantenere su queste strade è più modesta.

Per le strade di classe I, il LOS si calcola attraverso il grafico riportato in Figura 7 in funzione delle velocità media di viaggio (VMV) e della percentuale di tempo di ritardo (%TR), calcolati mediante la seguenti formule:

$$VMV = VFL - 0,0125V_p - f_{SI} \text{ [km/h]}$$

In cui:

- VFL: velocità a flusso libero stimata, espressa in km/h.
- V_p : flusso nei 15 min di punta in autovetture-equivalenti, av/h.
- f_{SI} : fattore riduttivo di VFL per estensione zone a sorpasso impedito, espresso in km/h.

$$\%TR = \%TRB + f_{d/SI} \text{ [%]}$$

In cui:

- %TRB: percentuale di tempo di ritardo base per i due sensi di marcia.
- $f_{d/SI}$: fattore correttivo per effetto dello split direzionale del traffico e per le zone a sorpasso impedito.

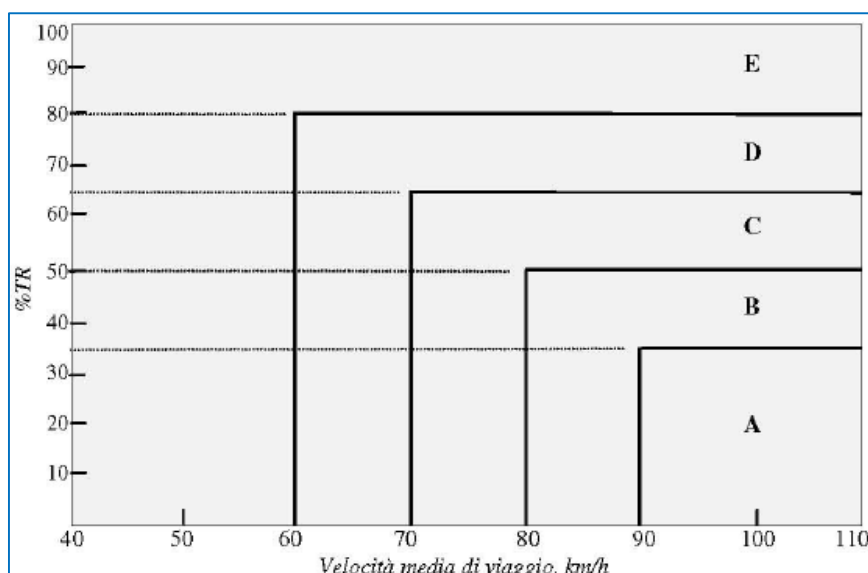


Figura 7. Diagramma Percentuale di Tempo di Ritardo – Velocità media di viaggio e LOS per una strada a due corsie.

Determinazione della velocità di flusso libero VFL

La determinazione della velocità di flusso libero VFL, è possibile sia tramite il rilievo diretto, sia tramite una determinazione analitica. Secondo HCM 2000 è possibile determinare VFL mediante la formula:

$$VFL = VFLB - f_{cb} - f_A \text{ [km/h]}$$

In cui:

- VFLB: velocità a flusso libero base, in km/h.
- f_{cb} : riduzione di VFL per corsie e banchine differenti da quelle ideali (Tabella 7).
- f_A : fattore riduttivo di VFL per densità di accessi per km (Tabella 8).

Larghezza banchina [m]	Larghezza corsie [m]			
	2,7 - < 3,0	≥3,0 - <3,3	≥3,3 - <3,6	≥ 3,6
≥ 1,8	3,5	1,7	0,7	0,0
≥ 1,2 - ≤ 1,8	5,6	3,8	2,8	2,1
≥ 0,6 - ≤ 1,2	7,7	5,9	4,9	4,2
≥ 0,0 - ≤ 0,6	10,3	8,5	7,5	6,8

Tabella 7. Fattore riduttivo per larghezza banchina.

Accessi/km [n]	f _A
0	0,0
6	4,0
12	8,0
18	12,0
≥ 24	16,0

Tabella 8. Fattore riduttivo per densità accessi.

Determinazione del volume corretto V_p

Per determinare il flusso in autovetture equivalenti in base 15 minuti, si può considerare la seguente relazione:

$$V_p = \frac{V}{(FhP \cdot f_G \cdot f_{HV})} [av/h]$$

Con:

- V: volume dell'n-esima ora di punta, in vei/h.
- FhP: fattore dell'ora di punta.
- f_G: fattore correttivo per le salite (Tabella 9).
- f_{HV}: fattore correttivo per mezzi pesanti.

Range portate 2 sensi [av/h]	Range portate direzionali [av/h]	f _G - piano	f _G - ondulato
0-600	0-300	1,00	0,71
>600-1200	>300-600	1,00	0,93
>1200	>600	1,00	0,99

Tabella 9. Fattore correttivo per pendenza per determinare VMV.

Il fattore correttivo per mezzi pesanti f_{HV}, viene calcolato mediante la formula sotto riportata che prende in considerazione le percentuali di veicoli pesanti (P_T) e da turismo (P_R) sul flusso totale dei veicoli, corretti con opportuni coefficienti di equivalenza che fanno riferimento alle pendenze del tratto stradale (E_T, E_R) (Tabella 10).

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

Mezzi pensanti	Range portate 2 sensi [av/h]	Range portate direzionali [av/h]	Piano	Ondulato
Autocarri E _T	0-600	0-300	1,7	2,5
	>600-1200	>300-600	1,2	1,9
	>1200	>600	1,1	1,5
Autocarri E _R	0-600	0-300	1,0	1,1
	>600-1200	>300-600	1,0	1,1
	>1200	>600	1,0	1,1

Tabella 10. Equivalenti in autovetture dei mezzi pesanti per determinare VMV.

Determinazione della velocità media di viaggio VMV

Come già detto, la velocità media di viaggio si calcola mediante la precedente relazione:

$$VMV = VFL - 0,0125V_p - f_{SI} \text{ [km/h]}$$

Il coefficiente riduttivo f_{SI} per le zone a sorpasso impedito si ricava dalla seguente Tabella 11.

Flusso 2 sensi V _p [av/h]	% Z _{si}					
	00	20	40	60	80	100
	f _{SI} – riduzione di VMV [km/h]					
0	0	0	0	0	0	0
200	0	1,0	2,3	3,8	4,2	5,6
400	0	2,7	4,3	5,7	6,3	7,3
600	0	2,5	3,8	4,9	5,5	6,2
800	0	2,2	3,1	3,9	4,3	4,9
1000	0	1,8	2,5	3,2	3,6	4,2
1200	0	1,3	2,0	2,6	3,0	3,4
1400	0	0,9	1,4	1,9	2,3	2,7
1600	0	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4
1800	0	0,8	1,1	1,6	1,8	2,1
2000	0	0,8	1,0	1,4	1,6	1,8
2200	0	0,8	1,0	1,4	1,5	1,7
2400	0	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7
2600	0	0,8	1,0	1,3	1,4	1,6
2800	0	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4
3000	0	0,8	0,9	1,1	1,1	1,3
3200	0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1

Tabella 11. Fattore riduttivo VMV per effetto delle zone a sorpasso limitato.

Determinazione della percentuale di Tempo di Ritardo %TR

La %TR si stima utilizzando la formula precedentemente riportata, secondo cui:

$$\%TR = \%TRB + f_{d/SI} \text{ [%]}$$

In cui:

- %TRB: percentuale di tempo di ritardo base per i due sensi di marcia.
- $f_{d/si}$: fattore correttivo per effetto dello split direzionale del traffico e per le zone a sorpasso impedito.

La %TRB si ricava dall'equazione:

$$\%TRB = 100 \cdot (1 - e^{-0,000879 V_p})$$

Si noti che il flusso equivalente viene calcolato con la stessa formula già utilizzata in precedenza, con la sola differenza che il valore dei coefficienti viene letto nelle tabelle specifiche, di seguito riportate.

Range portate 2 sensi [av/h]	Range portate direzionali [av/h]	f_G - piano	f_G - ondulato
0-600	0-300	1,00	0,77
>600-1200	>300-600	1,00	0,94
>1200	>600	1,00	1,00

Tabella 12. Fattore correttivo per pendenza per determinare %TR.

Mezzi pensanti	Range portate 2 sensi [av/h]	Range portate direzionali [av/h]	Piano	Ondulato
Autocarri E_T	0-600	0-300	1,1	1,8
	>600-1200	>300-600	1,1	1,5
	>1200	>600	1,0	1,0
Autocarri E_R	0-600	0-300	1,0	1,0
	>600-1200	>300-600	1,0	1,0
	>1200	>600	1,0	1,0

Tabella 13. Equivalenti in autovetture dei mezzi pesanti per determinare %TR.

Il fattore correttivo $f_{d/si}$ per effetto dello split direzionale e delle zone a sorpasso impedito Z_{si} , deriva dalla seguente Tabella 14, in cui è rappresentato per semplificazione lo split direzionale del traffico 50/50.

Flusso 2 sensi V_p [av/h]	% Z_{si}					
	00	20	40	60	80	100
	fSI – incremento di %TRB [%]					
Split direzionale 50/50						
≤200	0	10,1	17,2	20,2	21,0	21,8
400	0	12,4	19,0	22,7	23,8	24,8
600	0	11,2	16,0	18,7	19,7	20,5
800	0	9,0	12,3	14,1	14,5	15,4
1400	0	3,6	5,5	6,7	7,3	7,9
2000	0	1,8	2,9	3,7	4,1	4,4
2600	0	1,1	1,6	2,0	2,3	2,4
3200	0	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4

Tabella 14. Incremento di %TR per effetto delle zone a sorpasso limitato e split direzionale 50/50.

5.2 CALCOLO DEL LOS PER L'ARCO 6 DI VIA TRIESTE

Sulla base del metodo di calcolo del Livello di Servizio descritto, prendendo come dati di ingresso nelle varie formulazioni le caratteristiche geometriche dei tratti stradali considerati e il Traffico Giornaliero Medio di veicoli pesanti calcolato al 2025 (Allegato C.08 "Piano trasportistico con scenario al 2025" del Marzo 2011, facente parte dell'Integrazione al PRP 2007 del Porto di Ravenna, di seguito riportato come Allegato C.08), si è proceduto alla stima del LOS. Sono stati confrontati due differenti scenari:

- il primo che rappresenta lo stato di fatto che si avrebbe nel 2025, considerando realizzati gli interventi previsti nel PRP2007;
- il secondo, con scenario sempre al 2025, in cui si considerano realizzati non solo gli interventi previsti nel PRP2007, ma anche l'area Logistica 1 di nuovo impianto.

L'area di intervento è, come descritto in precedenza, adiacente alla via Trieste e via Classicana; sulla base del grafo realizzato nello studio trasportistico dell'Allegato C.08, tali rami stradali sono indicati come Arco 6 (via Trieste) e Arco 7 (via Classicana Sud) (Figura 8).

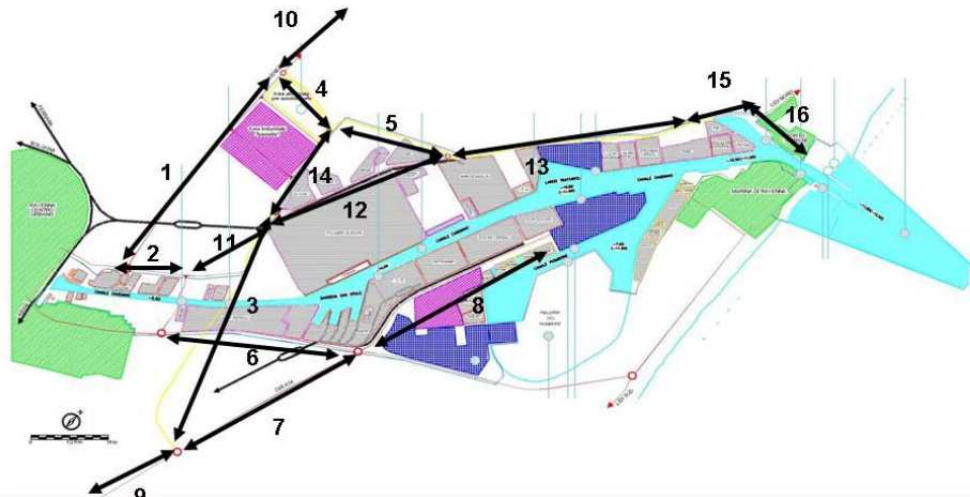


Figura 8. Schema della viabilità di progetto, completa delle opere del PRP2007.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero VFL vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- VFLB: 70 km/h;
- f_{CB} : 7,5 (per larghezza di 3,6 m);
- f_A : 0 (per accessi inferiori a 6 per km);
- f_{SI} : 6,2.

Tramite questi dati di ingresso la VFL per l'Arco 6 risulta pari a 62,5 km/h.

Per il calcolo invece della percentuale di tempo di ritardo %TR, tra i dati di input alla formula bisogna considerare il TGM per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025. In questo caso sono stati utilizzati i dati calcolati nella relazione trasportistica dell'Allegato C.08 riportati in Tabella 15.

ARCO	Anno 2025				Anno 2025			
	Rete stradale "senza by-pass"				Rete stradale "con by-pass"			
	Tendenziale		Progetto		Tendenziale		Progetto	
	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
1	14.760	683	14.760	1.203	14.760	180	14.760	242
2	15.240	503	15.240	961	12.192	0	12.192	0
3	9.693	1.877	9.693	3.587	10.721	1.877	10.721	3.587
4	2.667	2.704	2.667	4.640	6.464	3.207	6.464	5.601
5	1.333	1.330	1.333	2.014	1.333	1.330	1.333	2.014
6	13.573	1.481	13.573	2.986	5.733	310	5.733	426
7	7.840	445	7.840	678	6.664	1.926	6.664	3.664
8	400	1.616	400	3.238	400	1.616	400	3.238
9	6.853	445	6.853	678	6.853	445	6.853	678
10	3.333	3.387	3.333	5.843	3.333	3.387	3.333	5.843
11	18.987	1.374	18.987	2.626	15.189	35	15.189	35
12	15.189	35	15.189	35	12.151	35	12.151	35
13	10.987	1.330	10.987	2.014	10.987	1.330	10.987	2.014
14	1.333	1.374	1.333	2.626	5.131	1.877	5.131	3.587
15	10.987	10	10.987	10	10.987	10	10.987	10
16	10.987	10	10.987	10	10.987	10	10.987	10

Tabella 15. TGM dei veicoli pesanti e leggeri nell'area portuale, con scenario 2025 (da Allegato C.08).

Per quanto riguarda il calcolo del TGM complessivo di veicoli leggeri e pesanti, sono state utilizzate le stesse ipotesi riportate nella relazione AT06R0030 "Analisi e verifica del funzionamento dell'infrastruttura portuale" del Gennaio 2007 facente parte del PRP 2007 del Porto di Ravenna, secondo cui:

- i volumi di traffico veicolare leggero sulla viabilità portuale sono stati considerati estremamente ridotti e pari a 250 veic/ora;
- il peso dell'ora di punta, rispetto al quale si determina il LOS, è considerato pari a circa l'8 %.

I dati di input per il calcolo percentuale di tempo di ritardo %TR, per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V: 284 veic/h;
- FhP: 0,88;
- f_G: 1;
- E_T: 1,7;
- E_R: 1;
- P_T: 0,07;
- P_R: 0;
- f_{d/SI}: 20,5;

Sulla base dei dati di ingresso, la percentuale di tempo di ritardo risulta essere pari al 46%, che comporta una velocità media di viaggio VMV pari a 52,1 km/h.

Con questi risultati il calcolo del LOS risulta essere pari al livello B in entrambe le direzioni di marcia.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025 con realizzazione aree Logistica 1 – ALTRI 1 e 2

Per il calcolo del TGM con scenario al 2025 che prenda in considerazione il traffico pesante generato dalle aree di nuovo impianto, sono stati assunte le seguenti ipotesi:

- lo stesso tasso di incremento del traffico pesante dal 2015 al 2025 considerato nella relazione dall'Allegato C.08;
- che le nuove aree ALTRI 1 e 2 abbiano la stessa destinazione di utilizzo del Terminal SAPIR, e che quindi abbiano la stessa generazione/attrazione di traffico pesante;
- che il traffico veicolare pesante generato dalle nuove aree, sia attratto interamente dall'Arco 6 in esame.

Sulla base di queste ipotesi, nel paragrafo precedente si è stimato per l'Arco 6 un TGM complessivo di 649 veicoli pesanti.

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero VFL vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- VFLB: 70 km/h;
- f_{CB} : 7,5 (per larghezza di 3,6 m);
- f_A : 0 (per accessi inferiori a 6 per km);
- f_{SI} : 6,2.

Tramite questi dati di ingresso la VFL per l'Arco 6 risulta pari a 62,5 km/h.

Per il calcolo invece della percentuale di tempo di ritardo %TR, tra i dati di input alla formula occorre considerare il nuovo TGM per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025 comprensivo dell'area Logistica 1.

I dati di input per il calcolo di %TR, per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V: 302 veic/h;
- FhP : 0,88;
- f_G : 1;
- E_T : 1,7;
- E_R : 1;
- P_T : 0,07;
- P_R : 0;
- $f_{d/SI}$: 20,5;

Sulla base dei dati di ingresso, la percentuale di tempo di ritardo risulta essere pari al 48%, che comporta una velocità media di viaggio VMV pari a 51,6 km/h.

Con questi risultati il calcolo del LOS risulta essere pari al livello B in entrambe le direzioni di marcia, sensibilmente lontano da valori critici di congestione del traffico.

5.3 CALCOLO DEL LOS PER L'ARCO 7 DI VIA CLASSICANA SUD

La stima del LOS è stata condotta per l'Arco 7 di Via Classicana Sud, considerando tutte le ipotesi di partenza utilizzate precedentemente per il calcolo del Livello di Servizio di Via Trieste.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero FFS vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- BFFS: 70 km/h;
- f_{LW} : 0 km/h (per larghezza maggiore di 3,6 m);
- f_{LC} : 5,8 km/h (per mancanza di banchina laterale);
- f_N : 0 km/h (per strada extraurbana);
- f_{ID} : 1,1 km/h (per la presenza di intersezioni su livelli sfalsati).

Tramite questi dati di ingresso la FFS per l'Arco 7 risulta pari a 63,1 km/h.

Per il calcolo invece del tasso di flusso V_p , tra i dati di input alla formula bisogna considerare il TGM per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025. In questo caso sono stati utilizzati i dati calcolati nella relazione trasportistica dell'Allegato C.08 riportati in Tabella 16.

ARCO	Anno 2025				Anno 2025			
	Rete stradale "senza by-pass"				Rete stradale "con by-pass"			
	Tendenziale		Progetto		Tendenziale		Progetto	
	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
1	14.760	683	14.760	1.203	14.760	180	14.760	242
2	15.240	503	15.240	961	12.192	0	12.192	0
3	9.693	1.877	9.693	3.587	10.721	1.877	10.721	3.587
4	2.667	2.704	2.667	4.640	6.464	3.207	6.464	5.601
5	1.333	1.330	1.333	2.014	1.333	1.330	1.333	2.014
6	13.573	1.481	13.573	2.986	5.733	310	5.733	426
7	7.840	445	7.840	678	6.664	1.926	6.664	3.664
8	400	1.616	400	3.238	400	1.616	400	3.238
9	6.853	445	6.853	678	6.853	445	6.853	678
10	3.333	3.387	3.333	5.843	3.333	3.387	3.333	5.843
11	18.987	1.374	18.987	2.626	15.189	35	15.189	35
12	15.189	35	15.189	35	12.151	35	12.151	35
13	10.987	1.330	10.987	2.014	10.987	1.330	10.987	2.014
14	1.333	1.374	1.333	2.626	5.131	1.877	5.131	3.587
15	10.987	10	10.987	10	10.987	10	10.987	10
16	10.987	10	10.987	10	10.987	10	10.987	10

Tabella 16. TGM dei veicoli pesanti e leggeri nell'area portuale, con scenario 2025 (da Allegato C.08).

Per quanto riguarda il calcolo del TGM complessivo di veicoli leggeri e pesanti, sono state utilizzate le stesse ipotesi riportate nella relazione AT06R0030 "Analisi e verifica

del funzionamento dell'infrastruttura portuale" del Gennaio 2007 facente parte del PRP 2007 del Porto di Ravenna, secondo cui:

- i volumi di traffico veicolare leggero sulla viabilità portuale sono stati considerati estremamente ridotti e pari a 250 veic/ora;
- il peso dell'ora di punta, rispetto al quale si determina il LOS, è considerato pari a circa l'8 %.

I dati di input per il calcolo del tasso di flusso V_p , per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V : 543 veic/h;
- PHF: 0,88;
- N : 2 (corsie per senso di marcia);
- f_{HV} : 0,55
- f_P : 0,90 (fattore consigliato per strade extraurbane italiane).

Per il calcolo di f_{HV} sono stati considerati i coefficienti E_T ed E_R pari rispettivamente a 2,5 e 2. Per quanto riguarda le percentuali P_T e P_R sono stati considerati valori pari a 0,54 e 0.

Sulla base dei dati di ingresso il tasso di flusso calcolato è pari a 620 veicoli equivalenti all'ora per senso di marcia.

Con questi risultati il calcolo del LOS dato dal rapporto tra tasso di flusso V_p e velocità a flusso libero FFS risulta essere pari a 10 veicoli equivalenti per km per corsia, per entrambi i sensi di marcia.

Tale valore di densità veicolare determina un LOS classificato come B, in entrambe le direzioni di marcia, sensibilmente lontano da valori critici di congestione del traffico.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025 con realizzazione aree Logistica 1 – ALTRI 1 e 2

Per il calcolo del TGM con scenario al 2025 che prenda in considerazione il traffico pesante generato dal nuovo comparto, sono state assunte le seguenti ipotesi:

- lo stesso tasso di incremento del traffico pesante dal 2015 al 2025 considerato nella relazione dall'Allegato C.08;
- che le nuove aree ALTRI 1 e 2 abbiano la stessa destinazione di utilizzo del Terminal SAPIR, e che quindi abbiano la stessa generazione/attrazione di traffico pesante;
- che tutto il flusso veicolare generato sia attratto interamente dall'Arco 7 in esame.

Sulla base di queste ipotesi, nel paragrafo precedente si è stimato per l'Arco 7 un TGM complessivo di 3887 veicoli pesanti.

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero FFS vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- BFFS: 70 km/h;
- f_{LW} : 0 km/h (per larghezza corsia maggiore di 3,6 m);

- f_{LC} : 5,8 km/h (per mancanza di banchina laterale);
- f_N : 0 km/h (per strada extraurbana);
- f_{ID} : 1,1 km/h (per la presenza di intersezioni su livelli sfalsati).

Tramite questi dati di ingresso la FFS per l'Arco 7 risulta pari a 63,1 km/h.

Per il calcolo invece del tasso di flusso V_p , tra i dati di input alla formula occorre considerare il nuovo TGM per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025 comprensivo della nuova area di progetto.

I dati di input per il calcolo del tasso di flusso V_p , per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V : 561 veic/h;
- PHF: 0,88;
- N : 2 (corsie per senso di marcia);
- f_{HV} : 0,53
- f_P : 0,90 (fattore consigliato per strade extraurbane italiane).

Per il calcolo di f_{HV} sono stati considerati i coefficienti E_T ed E_R pari rispettivamente a 2,5 e 2. Per quanto riguarda le percentuali P_T e P_R sono stati considerati valori pari a 0,6 e 0.

Sulla base dei dati di ingresso il tasso di flusso calcolato è pari a 673 veicoli equivalenti all'ora per senso di marcia.

Con questi risultati il calcolo del LOS dato dal rapporto tra tasso di flusso V_p e velocità a flusso libero FFS risulta essere pari a 10,7 veicoli equivalenti per km per corsia, per entrambi i sensi di marcia.

Tale valore di densità veicolare determina un LOS catalogato come B, in entrambe le direzioni di marcia, sensibilmente lontano da valori critici di flusso veicolare.

5.4 CALCOLO DEL LOS PER L'ARCO 8 DI VIA CLASSICANA NORD

La stima del LOS è stata condotta per l'Arco 8 di Via Classicana Nord, considerando tutte le ipotesi di partenza utilizzate precedentemente per il calcolo del Livello di Servizio degli archi precedentemente calcolati.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero FFS vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- BFFS: 70 km/h;
- f_{LW} : 0 km/h (per larghezza maggiore di 3,6 m);
- f_{LC} : 5,8 km/h (per mancanza di banchina laterale);
- f_N : 0 km/h (per strada extraurbana);
- f_{ID} : 2,1 km/h (per la presenza di intersezioni su livelli sfalsati).

Tramite questi dati di ingresso la FFS per l'Arco 8 risulta pari a 62,1 km/h.

Per il calcolo invece del tasso di flusso V_p , tra i dati di input alla formula bisogna considerare il TGM per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025. In questo caso sono stati utilizzati i dati calcolati nella relazione trasportistica dell'Allegato C.08 riportati in Tabella 17.

ARCO	Anno 2025				Anno 2025			
	Rete stradale "senza by-pass"		Rete stradale "con by-pass"		Rete stradale "senza by-pass"		Rete stradale "con by-pass"	
	Tendenziale	Progetto	Tendenziale	Progetto	Tendenziale	Progetto	Tendenziale	Progetto
	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti	TGM veicoli leggeri	TGM veicoli pesanti
1	14.760	683	14.760	1.203	14.760	180	14.760	242
2	15.240	503	15.240	961	12.192	0	12.192	0
3	9.693	1.877	9.693	3.587	10.721	1.877	10.721	3.587
4	2.667	2.704	2.667	4.640	6.464	3.207	6.464	5.601
5	1.333	1.330	1.333	2.014	1.333	1.330	1.333	2.014
6	13.573	1.481	13.573	2.986	5.733	310	5.733	426
7	7.840	445	7.840	678	6.664	1.926	6.664	3.664
8	400	1.616	400	3.238	400	1.616	400	3.238
9	6.853	445	6.853	678	6.853	445	6.853	678
10	3.333	3.387	3.333	5.843	3.333	3.387	3.333	5.843
11	18.987	1.374	18.987	2.626	15.189	35	15.189	35
12	15.189	35	15.189	35	12.151	35	12.151	35
13	10.987	1.330	10.987	2.014	10.987	1.330	10.987	2.014
14	1.333	1.374	1.333	2.626	5.131	1.877	5.131	3.587
15	10.987	10	10.987	10	10.987	10	10.987	10
16	10.987	10	10.987	10	10.987	10	10.987	10

Tabella 17. TGM dei veicoli pesanti e leggeri nell'area portuale, con scenario 2025 (da Allegato C.08).

Per quanto riguarda il calcolo del TGM complessivo di veicoli leggeri e pesanti, sono state utilizzate le stesse ipotesi riportate nella relazione AT06R0030 "Analisi e verifica del funzionamento dell'infrastruttura portuale" del Gennaio 2007 facente parte del PRP 2007 del Porto di Ravenna, secondo cui:

- i volumi di traffico veicolare leggero sulla viabilità portuale sono stati considerati estremamente ridotti e pari a 250 veic/ora;
- il peso dell'ora di punta, rispetto al quale si determina il LOS, è considerato pari a circa l'8 %.

I dati di input per il calcolo del tasso di flusso V_p , per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V : 509 veic/h;
- PHF: 0,88;
- N : 2 (corsie per senso di marcia);
- f_{HV} : 0,5
- f_P : 0,90 (fattore consigliato per strade extraurbane italiane).

Per il calcolo di f_{HV} sono stati considerati i coefficienti ET ed ER pari rispettivamente a 5 (sovrastimato a favore di sicurezza per enfatizzare il peso del traffico pesante) e 1,2. Per quanto riguarda le percentuali PT e PR sono stati considerati valori pari a 0,25 e 0.

Sulla base dei dati di ingresso il tasso di flusso calcolato è pari a 643 veicoli equivalenti all'ora per senso di marcia.

Con questi risultati il calcolo del LOS dato dal rapporto tra tasso di flusso V_p e velocità a flusso libero FFS risulta essere pari a 10 veicoli equivalenti per km per corsia, per entrambi i sensi di marcia.

Tale valore di densità veicolare determina un LOS classificato come B, in entrambe le direzioni di marcia, sensibilmente lontano da valori critici di congestione del traffico.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025 con realizzazione aree SAPIR San Vitale e aree Logistica 1 – SAPIR 1 e 2

Per il calcolo del TGM con scenario al 2025 che prenda in considerazione il traffico pesante generato dalle 3 aree SAPIR di nuovo impianto della Darsena San Vitale e le aree SAPIR 1 e 2 della Logistica 1, sono stati assunte le seguenti ipotesi:

- lo stesso tasso di incremento del traffico pesante dal 2015 al 2025 considerato nella relazione dall'Allegato C.08;
- che le 3 nuove aree SAPIR SpA della Darsena San Vitale abbiano la stessa destinazione di utilizzo del Terminal SAPIR, e che quindi abbiano la stessa generazione/attrazione di traffico pesante.
- che le nuove aree SAPIR 1 e 2 abbiano la stessa destinazione di utilizzo del Terminal SAPIR, e che quindi abbiano la stessa generazione/attrazione di traffico pesante;
- che tutto il flusso veicolare generato sia attratto interamente dall'Arco 8 in esame.

Sulla base di queste ipotesi, nel paragrafo precedente si è stimato per l'Arco 8 un TGM complessivo di 3518 veicoli pesanti.

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero FFS vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- BFFS: 70 km/h;
- f_{LW} : 0 km/h (per larghezza corsia maggiore di 3,6 m);
- f_{LC} : 5,8 km/h (per mancanza di banchina laterale);
- f_N : 0 km/h (per strada extraurbana);
- f_{ID} : 2,1 km/h (per la presenza di intersezioni su livelli sfalsati).

Tramite questi dati di ingresso la FFS per l'Arco 8 risulta pari a 62,1 km/h.

Per il calcolo invece del tasso di flusso V_p , tra i dati di input alla formula occorre considerare il nuovo TGM per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025 comprensivo delle 3 nuove aree di progetto e della Logistica 1.

I dati di input per il calcolo del tasso di flusso V_p , per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V : 531 veic/h;
- PHF: 0,88;
- N : 2 (corsie per senso di marcia);

- f_{HV} : 0,5
- f_P : 0,90 (fattore consigliato per strade extraurbane italiane).

Per il calcolo di f_{HV} sono stati considerati i coefficienti ET ed ER pari rispettivamente a 5 (sovrastimato a favore di sicurezza per enfatizzare il peso del traffico pesante) e 1,2. Per quanto riguarda le percentuali PT e PR sono stati considerati valori pari a 0,25 e 0.

Sulla base dei dati di ingresso il tasso di flusso calcolato è pari a 670 veicoli equivalenti all'ora per senso di marcia.

Con questi risultati il calcolo del LOS dato dal rapporto tra tasso di flusso V_p e velocità a flusso libero FFS risulta essere pari a 10,8 veicoli equivalenti per km per corsia, per entrambi i sensi di marcia.

Tale valore di densità veicolare determina un LOS catalogato come B, in entrambe le direzioni di marcia, sensibilmente lontano da valori critici di congestione del traffico.

6. STIMA DEI FLUSSI VEICOLARI AL 2025 PER VIA CANALE MOLINETTO

Per la determinazione dei flussi veicolari che interessano Via Canale Molinetto, sono stati presi in considerazione come dati di input, quelli relativi al traffico veicolare tratti dallo Studio del Traffico della relazione *“Interventi infrastrutturali del POC Logistica”* del 2011. In detta relazione è stato sviluppato un modello di simulazione del traffico, con scenario complessivo (scenario n°4 che rappresenta lo scenario complessivo, in cui è simulata la realizzazione di tutto quanto previsto nel POC Logistica) in cui si ipotizzano realizzati tutti gli interventi infrastrutturali previsti dal POC Logistica.

Facendo riferimento ai risultati, in termini di flusso di veicoli pesanti nell'ora di punta, della Tabella 5.4 della suddetta relazione, si può ottenere una stima del traffico che interessa via Canale Molinetto nell'ora di punta (Tabella 18).

Si considera la sezione di calcolo su Via Canale Molinetto, maggiormente caricata.

	Sezioni	Capacità	scenario 1		scenario 2		scenario 3		scenario 4	
			volumi	IC	volumi	IC	volumi	IC	volumi	IC
Circonvallazione Canale Molinetto	T1 E	1600	229	14%	259	16%	440	28%	1083	68%
	T1 W	1600	543	34%	557	35%	609	38%	930	58%
via Classicana - Accesso/Uscita Ovest	T2 N	1300	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	T2 S	1300	0	0%	0	0%	0	0%	111	9%
via Classicana - SS.67	T3 N	2000	673	34%	678	34%	686	34%	880	44%
	T3 S	2000	64	3%	65	3%	52	3%	164	8%
via Classicana - SS.67	T4 N	2000	551	28%	552	28%	559	28%	606	30%
	T4 S	2000	73	4%	73	4%	76	4%	82	4%
Circonvallazione Canale Molinetto	T5 E	1600	351	22%	352	22%	353	22%	362	23%
	T5 W	1600	534	33%	534	33%	540	34%	559	35%
via Classicana - Accesso/Uscita Est	T6 N	1300	235	18%	251	19%	304	23%	483	37%
	T6 S	1300	113	9%	144	11%	347	27%	432	33%
via Baronessa	T7 E	1300	19	1%	20	2%	4	0%	0	0%
	T7 W	1300	28	2%	28	2%	28	2%	29	2%

Tabella 18. Flussi totali e indice di congestione all'ora di punta della mattina (da Interventi infrastrutturali del POC Logistica).

Dalla Tabella 5.5 dello stesso elaborato è possibile calcolare una stima della percentuale di veicoli pesanti che interessano le varie sezioni considerate, rispetto al traffico totale delle 24 ore (Tabella 19).

	Sezioni	Capacità	scenario 1		scenario 2		scenario 3		scenario 4	
			Vol totali 24 h	Vol pesanti 24 h	Vol totali 24 h	Vol pesanti 24 h	Vol totali 24 h	Vol pesanti 24 h	Vol totali 24 h	Vol pesanti 24 h
Circonvallazione Canale Molinetto	T1 E	1600	3346	229	3845	595	6631	910	16396	2100
	T1 W	1600	7811	543	8046	560	9084	752	14001	1522
via Classicana - Accesso/Uscita Ovest	T2 N	1300	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2 S	1300	0	0	0	0	0	0	825	0
via Classicana - SS.67	T3 N	2000	7429	673	7485	2360	7561	2380	9630	2420
	T3 S	2000	2364	64	828	742	1922	440	1854	778
via Classicana - SS.67	T4 N	2000	6178	551	6187	2020	6294	2020	6730	2100
	T4 S	2000	2832	73	1115	1561	2947	820	1217	1599
Circonvallazione Canale Molinetto	T5 E	1600	5140	351	5157	910	5175	927	5325	945
	T5 W	1600	7616	534	7616	210	7707	210	7989	245
via Classicana - Accesso/Uscita Est	T6 N	1300	1712	235	1870	189	2467	326	3848	790
	T6 S	1300	802	113	1072	10	2745	189	3537	928
via Baronessa	T7 E	1300	133	19	143	0	28	10	0	0
	T7 W	1300	267	28	267	210	267	210	278	210

Tabella 19. Traffico veicoli nelle 24h (da Interventi infrastrutturali del POC Logistica).

Dal conteggio dei flussi veicolari che interessano le sezioni relative a Via Canale Molinetto nell'ora di punta, opportunamente ridotti in base alla percentuale del traffico pesante sul totale, si ottiene un totale di 532 veicoli pesanti nell'ora di punta sul tratto stradale in esame. Considerando un aumento del 12 % del traffico veicolare in base al tasso di crescita annuale stimato per i veicoli pesanti dalla Regione Emilia-Romagna per il Piano Regionale Integrato dei Trasporti, al 2025 il flusso nell'ora di punta su Via Canale Molinetto è stimato pari a 596 veicoli pesanti.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero VFL vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- VFLB: 70 km/h;
- f_{CB} : 6,8 (per larghezza maggiore di 3,6 m);
- f_A : 0 (per accessi inferiori a 6 per km);
- f_{SI} : 4,9.

Tramite questi dati di ingresso la VFL per Via Canale Molinetto risulta pari a 63,2 km/h.

Per il calcolo invece della percentuale di tempo di ritardo %TR, tra i dati di input alla formula bisogna considerare che:

- i volumi di traffico veicolare leggero sulla viabilità portuale sono stati considerati estremamente ridotti e pari a 250 veic/ora;
- il peso dell'ora di punta, rispetto al quale si determina il LOS, è considerato pari a circa l'8 %.

I dati di input per il calcolo percentuale di tempo di ritardo %TR, per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V: 846 veic/h;
- FhP : 0,88;
- f_G : 1;
- E_T : 1,2;
- E_R : 1;
- P_T : 0,11;
- P_R : 0;
- $f_{d/SI}$: 15,4;

Sulla base dei dati di ingresso, la percentuale di tempo di ritardo risulta essere pari al 73%, che comporta una velocità media di viaggio VMV pari a 46 km/h.

Con questi risultati il calcolo del LOS risulta essere pari al livello D in entrambe le direzioni di marcia.

Dati di ingresso per il calcolo del LOS con scenario 2025 con realizzazione aree Logistica 1 – ALTRI 1 e 2

Per il calcolo del TGM con scenario al 2025 che prenda in considerazione il traffico pesante generato dalle aree di nuovo impianto, sono state assunte le seguenti ipotesi:

- che le aree ALTRI 1 e 2 abbiano la stessa destinazione di utilizzo del Terminal SAPIR, e che quindi abbiano la stessa generazione/attrazione di traffico pesante;
- che il traffico veicolare pesante generato da tali nuove aree, sia attratto interamente dalla Via Canale Molinetto.

Per quanto riguarda i dati di input per il calcolo della velocità di flusso libero VFL vengono presi in considerazione i seguenti fattori correttivi per entrambi i sensi di marcia:

- VFLB: 70 km/h;
- f_{CB} : 6,8 (per larghezza maggiore di 3,6 m);
- f_A : 0 (per accessi inferiori a 6 per km);
- f_{SI} : 4,9.

Tramite questi dati di ingresso la VFL per il tronco stradale in questione risulta pari a 63,2 km/h.

Per il calcolo invece della percentuale di tempo di ritardo %TR, tra i dati di input alla formula occorre considerare il nuovo flusso veicolare per veicoli pesanti riferito allo scenario di progetto 2025 comprensivo delle aree ALTRI 1 e 2.

I dati di input per il calcolo di %TR, per entrambi i sensi di marcia, risultano quindi:

- V: 864 veic/h;
- FhP : 0,88;
- f_G : 1;
- E_T : 1,2;
- E_R : 1;
- P_T : 0,12;
- P_R : 0;
- $f_{d/SI}$: 15,4;

Sulla base dei dati di ingresso, la percentuale di tempo di ritardo risulta essere pari al 74%, che comporta una velocità media di viaggio VMV pari a 45,7 km/h.

Con questi risultati il calcolo del LOS risulta essere pari al livello D in entrambe le direzioni di marcia, sintomo di condizioni di deflusso del traffico non ottimali, ma comunque lontane da livelli di congestione critici.

7. CONCLUSIONI

Sulla base delle documentazioni pregresse ed impiegando il metodo di calcolo del LOS proposto dall'HCM si è pervenuti ad una stima dei flussi veicolari e dei relativi Livelli di Servizio, che interesseranno gli archi stradali di Via Trieste, Via Classicana Nord e Sud e Via Canale Molinetto, in accesso alle nuove aree di SAPIR SpA in progetto nel nuovo Comparto produttivo denominato Logistica 1.

Il calcolo è stato condotto nelle ipotesi di quanto riportato in premessa e, a favore di sicurezza, ovvero impiegando scenari di flussi di veicoli pesanti crescenti, non ha tenuto conto del *trend* imposto all'esercizio trasportistico dalle contingenze occorse a seguito della crisi economica iniziata nello scorso decennio.

Sempre a favore di sicurezza, nelle ipotesi iniziali in ingresso al metodo di calcolo, il traffico pesante generato dalle aree di nuovo impianto è stato suddiviso in proporzione ed interamente assegnato all'arco di volta in volta in esame, tenendo conto della differenziazione degli accessi per le aree SAPIR 1 e 2 (sul varco doganale della Darsena San Vitale e quindi sull'Arco 8) e quelle ALTRI 1 e 2 (sulla via ex-SAROM e quindi sugli Archi 6 e 7 e sulla via Canale Molinetto) del comparto.

Dai dati di traffico stimati e dai relativi Livelli di Servizio calcolati come detto, si può concludere che il potenziale traffico generato e attratto dal comparto Logistica 1, organizzato come in Figura 5, non determina un peggioramento delle condizioni di servizio degli archi in esame. Le vie Trieste, Classicana Nord e Sud rimangono invariate e assai lontane da situazioni critiche di congestione del traffico, almeno fino all'anno 2025 di stima. Per la via Canale Molinetto non si registra variazione del LOS post sviluppo dell'area Logistica 1, che risulta sottoposta a intensi flussi di traffico, ma lontana da livelli di congestione critici.

Lugo 26/2/2016

Dott.Ing.Cesare Sangiorgi

