



PROGETTO AdSP n. 1951

Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste


CUP: C94E21000/ 60001

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Fascicolo A– intervento PNC da autorizzare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:		
arch. Gerardo Nappa	AdSP MAO	Responsabile dell'integrazione e Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione
arch. Sofia Dal Piva	AdSP MAO	Progettazione generale
arch. Stefano Semenic	AdSP MAO	Progettazione generale
ing. Roberto Leoni	BITECNO S.r.l.	Sistema di trazione elettrica ferroviaria
ing. Saturno Minnucci	MINNUCCI ASSOCIATI S.r.l.	Impianti speciali e segnalamenti ferroviari
ing. Dario Fedrigo	ALPE ENGINEERING S.r.l.	Progettazione strutturale oo.cc. ferrovia e strade
ing. Andrea Guidolin p.i. Furio Benci	SQS S.r.l.	Progettazione della sicurezza
ing. Sara Agnoletto	HMR Ambiente S.r.l.	Progettazione MISP e cassa di colmata
p.i. Trivellato, dott. G. Malvasi, dott. S. Bartolomei	p.i. Antonio Trivellato d.i.	Modellazione rumore, atmosfera, vibrazioni
dott. Gabriele Cailotto ing. Anca Tamasan	NEXTECO S.r.l.	Studio di impatto ambientale e piano di monitoraggio ambientale
ing. Sebastiano Cristoforetti	CRISCON S.r.l.s.	Relazione di sostenibilità
ing. Tommaso Tassi	F&M Ingegneria S.p.A.	Progettazione degli edifici pubblici nel contesto dell'ex area "a caldo"
ing. Michele Titton	ITS s.r.l.	Connessione stradale alla GVT
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Paolo Crescenzi		

NOME FILE: <i>1GNR_P_R_T-VIA_2AT_003_02_0..docx</i>	SCALA: ---
TITOLO ELABORATO: STUDIO DEL TRAFFICO FERROVIARIO	ELABORATO: <i>1GNR_P_R_T-VIA_2AT_003_02_00</i>

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	01/02/2023	Definitivo	G. Longo	S.Dal Piva	G.Nappa

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001	
---	---	--

NOTA INTRODUTTIVA

Il presente PFTE oggetto di autorizzazione, secondo procedura speciale ex art. 44 D.Lgs. 77.2021, relativo ai seguenti ambiti inseriti nel fascicolo A:

1. MISP;
2. Stazione ferroviaria commerciale Nuova Servola, Connessione alla GVT e altre opere viarie;
3. Edifici pubblici funzionali al Porto di Trieste.

è parte di un più ampio contesto che prevede opere progettuali anche per i seguenti ulteriori ambiti non oggetto di autorizzazione inseriti nel fascicolo B:

1. Cassa di Colmata,
2. Molo VIII,
3. Rampa Arvedi,
4. Opere ferroviarie su asset RFI.

Nel presente elaborato sono trattate anche queste ultime per contestualizzare le opere PNC nello sviluppo complessivo ed unitario del Punto Franco Nuovo all'interno del Sistema Portuale.

Piattaforma Logistica e nuovo Molo VIII
(Verifica funzionale del layout della nuova stazione
mediante simulazione dell'esercizio ferroviario)

Relazione finale

Trieste, 25 giugno 2021



LIFT - Railway and Traffic Laboratory
Sede legale: via Mazzini 20 34121 Trieste - Italy
Sede operativa: P.le Europa, 1 (Edificio C8) 34127 Trieste - Italy
Tel. +39 334 6798547
E-mail: info@liftlab.it

Sommario

1. Premessa	4
2. Metodologia.....	4
2.1 Simulazione	4
3. Scenari di previsione della domanda.....	9
3.1 Introduzione.....	9
3.2 Analisi delle prestazioni e del contesto competitivo.....	9
3.3 Tendenze macroeconomiche.....	11
3.4 Scenari di sviluppo al 2030.....	12
3.5 Scenari di sviluppo al 2050.....	14
4. Configurazione dell’offerta	18
4.1 La rete ferroviaria	18
4.2 La nuova stazione di Servola	24
4.2.1 Soluzione con asta di manovra lato Campo Marzio.....	25
4.2.2 Soluzione con asta di manovra lato Aquilinia.....	30
5. Simulazione.....	35
5.1 Modello di esercizio del nodo di Trieste.....	37
5.2 Risultati delle simulazioni.....	40
5.3 Colli di bottiglia.....	47
6. Conclusioni.....	50
7. Bibliografia e sitografia	51
Allegato A - Fascicoli Circolazione Linee (FCL)	53
A.1 Fiancata principale Trieste C.M. - Trieste C.le.....	53
A.2 Fiancata di linea Trieste C.M. - Trieste C.le	54
A.3 Fiancata principale Trieste C.le - Trieste C.M.....	55
A.4 Fiancata di linea Trieste C.le - Trieste C.M.	56
A.5 Fiancata principale Trieste C.M. - Trieste Aquilinia.....	56
A.6 Fiancata di linea Trieste C.M. - Trieste Aquilinia	57
A.7 Fiancata principale Trieste Aquilinia - Trieste C.M.....	57
A.8 Fiancata di linea Trieste Aquilinia - Trieste C.M.	58
A.9 Fiancata principale Trieste C.le - Latisana L.b.....	59
A.10 Fiancata di linea Trieste C.le - Latisana L.b.....	60
A.11 Fiancata principale Latisana L.b. - Trieste C.le.....	61
A.12 Fiancata di linea Latisana L.b. - Trieste C.le.....	62

A.13 Fiancata principale Udine - Trieste C.le.....	64
A.14 Fiancata di linea Udine - Trieste C.le	65
A.15 Fiancata principale Trieste C.M. - Villa Opicina	66
A.16 Fiancata di linea Trieste C.M. - Villa Opicina	67
A.17 Fiancata principale Villa Opicina - Confine di stato.....	67
A.18 Fiancata di linea Villa Opicina - Confine di stato.....	68
Allegato B - Modelli infrastrutturali	69
B.1 Stazione di Trieste Campo Marzio.....	69
B.2 Stazione di Aquilinia.....	70
B.3 Nodo Trieste	71

1. Premessa

Il presente documento costituisce l'elaborato conclusivo dell'incarico avente per oggetto la verifica funzionale della configurazione della nuova stazione ferroviaria al servizio della piattaforma logistica e del molo VIII, nel contesto del gruppo di lavoro, appositamente costituito, composto dai tecnici di HHLA-PLT, Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale e Rete Ferroviaria Italiana.

Nei prossimi capitoli verranno quindi illustrati i risultati delle seguenti attività:

- Analisi, revisione e aggiornamento delle previsioni di traffico esistenti riferite sia all'area di PLT-Molo VIII, sia l'intero porto di Trieste. Queste informazioni condurranno alla stima dei volumi di traffico ferroviario che dovranno venir accolti nel tempo dal nodo di Trieste e che saranno all'origine di un nuovo modello di esercizio complessivo di nodo.
- Realizzazione di un modello microscopico del nuovo layout di stazione, usando un tool chiamato "OpenTrack";
- Simulazione di differenti scenari operativi per stimare le performance della stazione in termini, ad esempio, di occupazione dei binari e di massima capacità; nelle simulazioni si dovrà tenere in considerazione l'operatività del terminal in particolare per quanto riguarda i suoi impatti sul movimento dei treni e sulle operazioni di manovra. Saranno naturalmente prese in esplicita considerazione le interazioni anche con i movimenti da e per gli altri terminal del Porto industriale e nei confronti della linea principale.

Questo documento, dunque, può venire considerato come una specie di riepilogo di tutte le considerazioni che sono state condotte nell'ambito del citato gruppo di lavoro e che hanno portato, quale risultato finale, alla configurazione condivisa dell'intero nodo di Trieste che sarà oggetto delle future fasi di progettazione.

2. Metodologia

Dal punto di vista metodologico, è stato adottato l'approccio tipico dell'ingegneria dei sistemi di trasporto che mira al raggiungimento dell'equilibrio fra la domanda di mobilità e l'offerta di trasporto. Nel caso specifico, da un lato, si è quindi proceduto con la stima del numero dei treni, per tipologia e terminale, da considerare negli scenari temporali di riferimento sulla base dell'analisi delle previsioni dell'evoluzione del traffico nel tempo e, dall'altro lato, si è voluto rappresentare il funzionamento specifico dell'esercizio ferroviario sull'infrastruttura comprensiva del segnalamento dei suoi diversi stati di sviluppo e configurazione.

I prossimi capitoli descriveranno nel dettaglio ragionamenti e le considerazioni che sono stati svolti rispettivamente per la stima della domanda e per la configurazione dell'offerta, ma prima è opportuno richiamare brevemente il principio di funzionamento della simulazione ferroviaria.

2.1 Simulazione

Per la simulazione microscopica, si è scelto di utilizzare uno strumento software, OpenTrack, specificamente concepito per l'analisi dinamica della circolazione ferroviaria in tutti i suoi aspetti tecnico-operativi. OpenTrack è un programma di simulazione di reti ferroviarie sviluppato, a partire dalla metà degli anni novanta, dall'Istituto di Pianificazione e Sistemi di Trasporto (IVT) del Politecnico Federale di Zurigo (ETH) e ora diffuso su scala mondiale (www.opentrack.ch).

Come mostrato nella Figura 1, questo strumento utilizza tre tipologie di dati in input e precisamente: Materiale rotabile, Infrastruttura ed Orario.

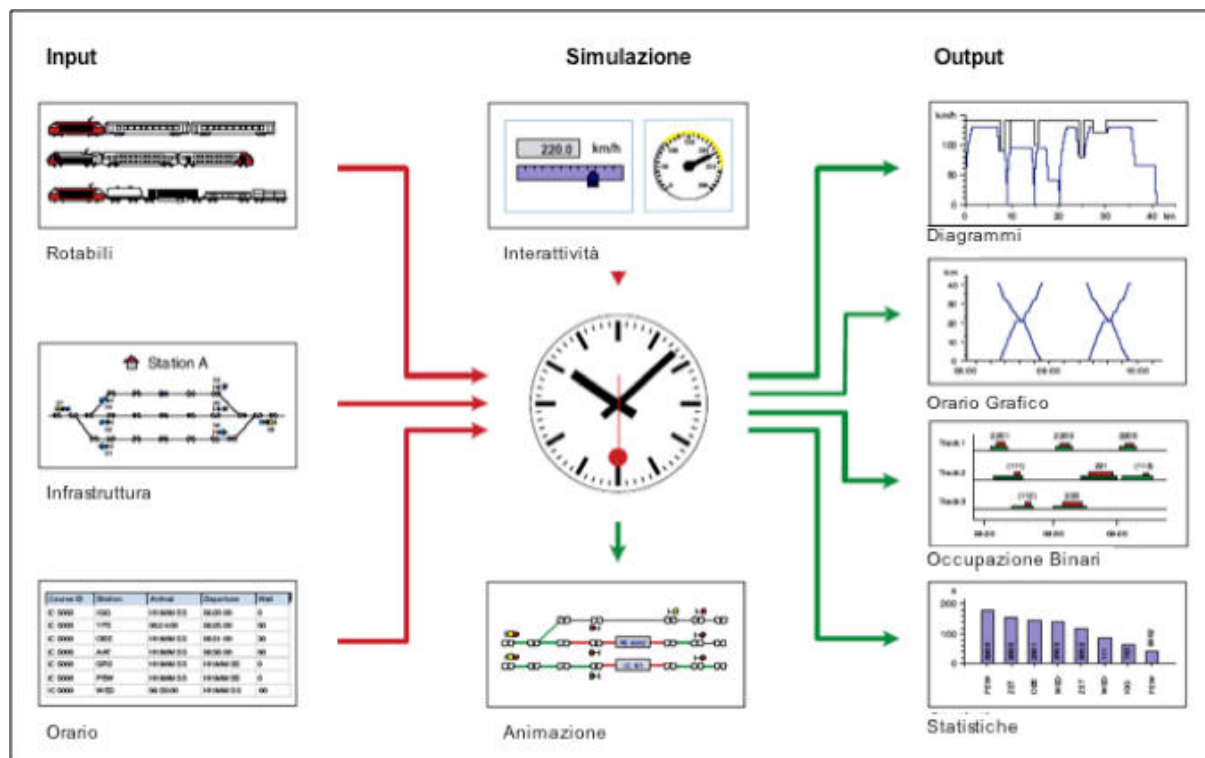


Figura 1 - Struttura del modello di simulazione

Per quanto riguarda il materiale rotabile, ogni locomotiva (o treno automotore) è descritta attraverso i suoi dati tecnici, fra cui la curva Caratteristica Meccanica $F(V)$ (ad esempio cfr. Figura 2), il peso e la lunghezza ecc... Ogni treno è poi composto da almeno una locomotiva ed eventualmente da un certo numero di carri o carrozze, definite dalla loro massa e lunghezza.

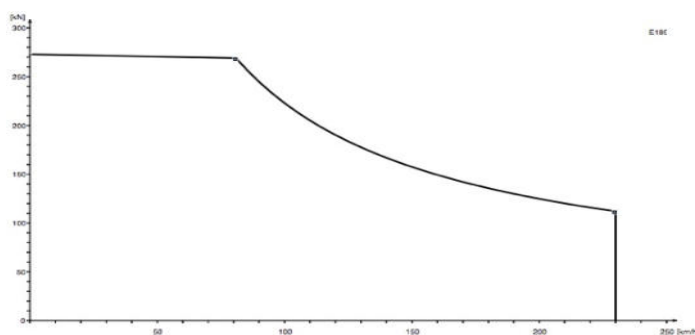


Figura 2 - Esempio di curva Caratteristica Meccanica

L'infrastruttura è rappresentata mediante un grafo specificamente sviluppato per la modellazione della circolazione ferroviaria. La sua principale caratteristica consiste nell'introduzione di nodi binati ("double vertexgraph") che rendono molto più snella l'operazione di definizione delle manovre consentite. Detto grafo permette di rappresentare segmenti di binario (archi), stazioni, segnali, deviatori ecc., che possono venire inseriti graficamente mediante uno specifico editor di rete. Ai vari elementi

grafici rappresentati nel modello, sono opportunamente assegnati alcuni attributi che riflettono le loro caratteristiche reali (pendenza, raggio di curvatura, velocità massime, ecc.). Ad ogni cambiamento di almeno un attributo, o nella posizione di un segnale si inserisce un nodo. La Figura 3 riporta, a titolo di esempio, parte del modello riferita alla stazione di Monfalcone nella sua configurazione attuale.

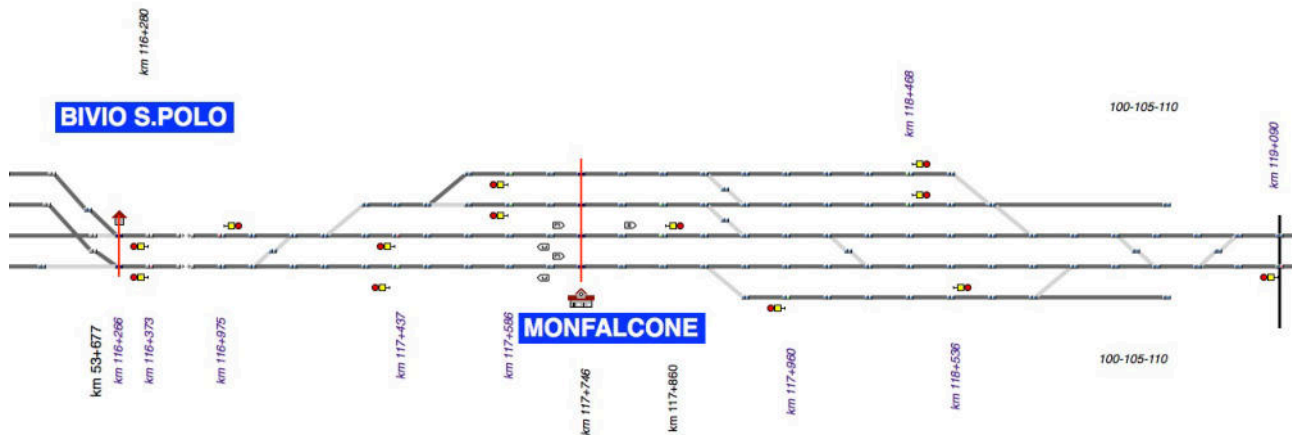


Figura 3 - Modello dell'attuale configurazione della stazione di Monfalcone

Il modello della rete deve essere costruito con un elevato livello di dettaglio plano-altimetrico e soprattutto impiantistico, a partire da adeguata documentazione tecnica. Ad esempio, per le stazioni sono richiesti i Piani Schematici e i Piani di Stazione, per le linee almeno i Fascicoli di Linea.

Infine, i dati relativi all'orario programmato consentono di conoscere nel dettaglio il movimento pianificato di ogni treno: arrivi/partenze, coincidenze, tempi minimi di sosta e altri. È necessario inserire almeno l'orario di partenza/passaggio per la stazione di origine del treno, nonché la percentuale di sforzo di trazione e di velocità (rispetto alla massima ammessa o possibile) da usare in condizioni normali e di ritardo.

Una volta inseriti nel modello i dati appena descritti, è possibile avviare la simulazione, che viene condotta con un procedimento misto discreto/continuo. Nella simulazione i treni si muovono nella rete predefinita secondo l'orario e la loro marcia è calcolata in maniera continua mediante le equazioni differenziali del moto che sono risolte numericamente. Il programma è altresì in grado tenere conto, in maniera sincrona, delle occupazioni delle sezioni di blocco e, di conseguenza, permette di considerare eventuali aspetti restrittivi dei segnali che riducono le prestazioni di un treno (processo discreto). In questa maniera è possibile rappresentare dinamicamente anche le interferenze tra treni e conseguentemente valutarne gli effetti. Durante la simulazione è anche possibile vedere un'animazione in tempo reale della circolazione in cui controllare gli aspetti dei segnali, le precedenza, le coincidenze e le occupazioni dei binari ecc.

Uno dei grandi vantaggi del programma di simulazione è rappresentato dalla grande varietà di dati, diagrammi e grafici messi a disposizione al termine della simulazione. Ogni treno è dotato di un cronotachigrafo virtuale (database di output) che registra valori come l'accelerazione, la velocità, la distanza coperta, la resistenza al moto. L'analisi di questi dati a simulazione ultimata permette svariati tipi di valutazione. OpenTrack presenta i dati in molti diversi formati, tra cui diversi grafici (ad esempio i tradizionali orari grafici ovvero i diagrammi spazio-velocità), tabelle ed immagini. Questi possono essere usati per documentare i risultati ottenibili o per identificare i miglioramenti da adottare all'interno della simulazione di uno scenario. Le figure che seguono mostrano a titolo di esempio alcuni risultati delle simulazioni.

La Figura 4 riporta un classico esempio di diagramma spazio-velocità. La linea nera si riferisce ai limiti di velocità che sono presenti nelle diverse progressive della linea mentre il tratto colorato descrive l'andamento simulato della velocità del treno nel quale è possibile facilmente riconoscere sia le fasi di accelerazione sia la marcia regime sia la frenatura in corrispondenza delle soste.

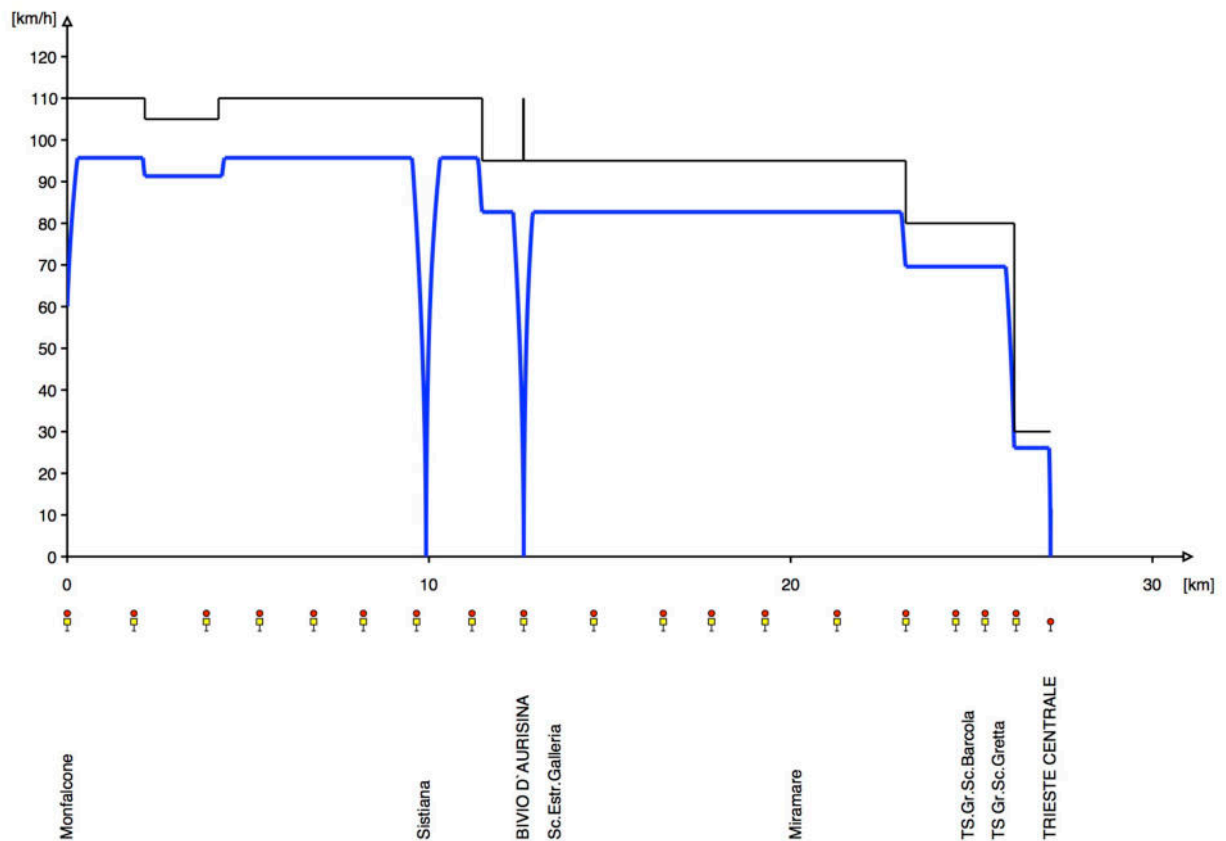


Figura 4 – Diagramma spazio velocità di un treno sulla relazione Monfalcone-Trieste Centrale

La Figura 5 riporta in particolare un esempio di orario grafico simulato sempre sulla tratta Trieste Centrale-Monfalcone nel quale sono riportati tutti i treni pianificati in un certo intervallo orario, rappresentati con colori diversi a seconda della rispettiva categoria (blu per i servizi regionali e azzurro per i regionali veloci, rossi gli IC e verdi gli AV, ecc.). In particolare, le linee tratteggiate si riferiscono all'orario pianificato mentre quelle continue rappresentano l'andamento simulato di ogni singolo treno. I rettangolini retinati a fianco della traccia spazio-tempo di ogni treno rappresentano l'occupazione della linea da parte dello stesso in relazione agli impianti di sicurezza e segnalamento. L'eventuale inserimento di nuovi servizi deve evidentemente essere realizzato senza generare sovrapposizioni con le occupazioni dei treni precedentemente inseriti, a meno di non modificarne l'orario o di potenziare gli impianti di segnalamento per aumentare la capacità della linea.

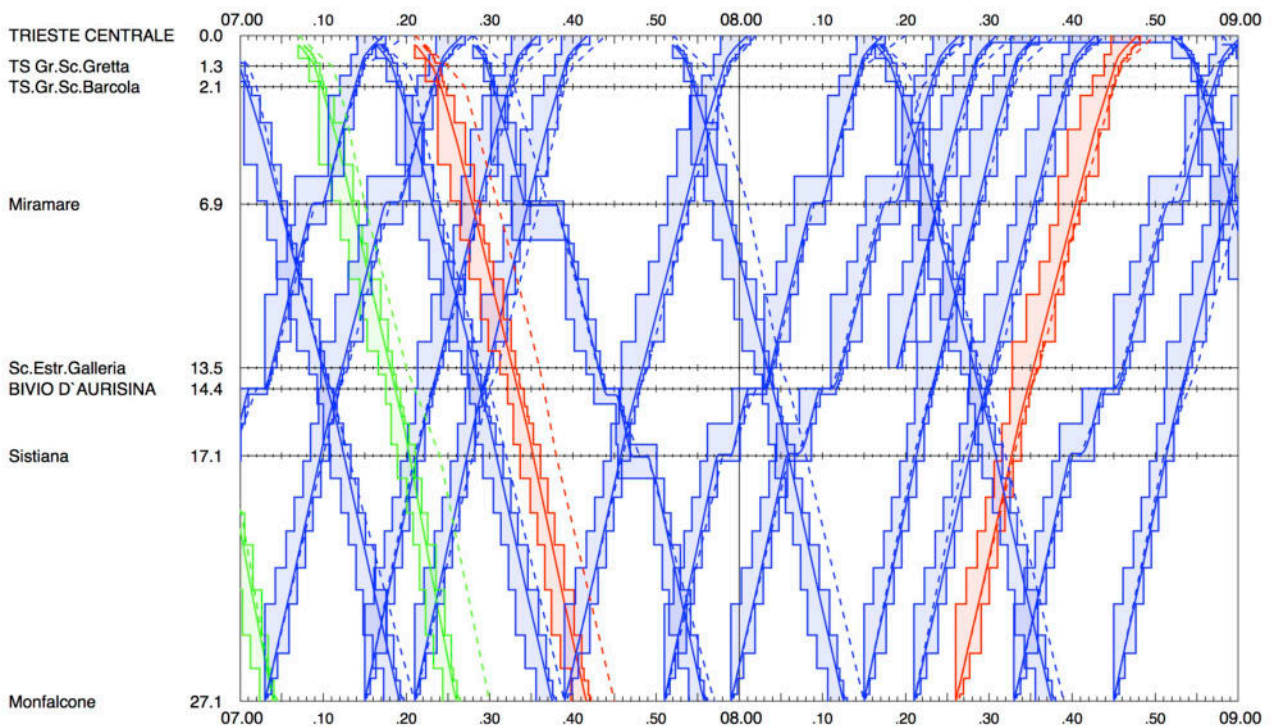


Figura 5 - Esempio di orario grafico con i gradini di occupazione per la tratta Trieste centrale - Monfalcone

Ogni simulazione può essere condotta secondo un approccio deterministico oppure considerando esplicitamente una serie di fenomeni stocastici; nel primo caso si assume il perfetto rispetto da parte di tutti i treni delle condizioni dell'orario pianificato, nel secondo caso è invece possibile inserire opportune distribuzioni statistiche in grado di descrivere la variabilità di tutti i fenomeni legati alla circolazione. Nel caso di approccio stocastico, affinché i risultati abbiano significato, le simulazioni devono essere ripetute un certo numero di volte ed i risultati devono essere estratti ed analizzati in termini statistici.

Al termine di questa breve illustrazione metodologica sul funzionamento del software di simulazione utilizzato è possibile richiamare l'attenzione sinteticamente su due elementi molto importanti per il prosieguo.

Da un lato le potenzialità di questo strumento sono facilmente intuibili per effettuare una serie di valutazioni di dettaglio in merito alla circolazione. In particolare, è possibile verificare diverse ipotesi di orario, individuare eventuali colli di bottiglia, quantificare gli effetti di interventi programmati o ipotizzati. Le potenzialità sono molto rilevanti anche perché questo approccio consente di rappresentare ogni fenomeno sulle linee ed anche nei nodi, dove in genere si concentrano le principali interferenze e criticità.

Dall'altro lato, risulta chiaro che uno scenario di simulazione è composto dall'insieme coerente di un'ipotesi di materiale rotabile, una configurazione dell'infrastruttura e un modello di esercizio (orario). Al variare di uno o più di questi elementi si ottiene uno scenario differente. Per questa ragione nei paragrafi seguenti gli scenari sono descritti con riferimento a queste tre tipologie di ipotesi di partenza, che ne definiscono gli elementi costitutivi.

3. Scenari di previsione della domanda

3.1 Introduzione

Il presente paragrafo illustra le assunzioni, la metodologia utilizzata e i risultati ottenuti in relazione alle previsioni di traffico intermodale per il Porto di Trieste al 2050. Tali stime per i settori dei contenitori e del traffico Ro-Ro sono state sviluppate sulla base sia di un'analisi storica delle prestazioni del Porto di Trieste, con riferimento anche al rispettivo contesto competitivo, sia, in termini più generali, alle tendenze macroeconomiche che potrebbero realizzarsi all'orizzonte di scenario considerato. Per quanto riguarda l'approccio metodologico, le proiezioni di seguito riportate sono state elaborate a partire da alcune ipotesi già adottate per la costruzione di scenari di sviluppo al 2030 dei medesimi settori di traffico nell'ambito del progetto europeo REIF (Regional Infrastructure for Railway Freight Transport revitalised).

Nota l'incertezza che caratterizza la definizione delle tendenze macroeconomiche, in particolare se riferite ad orizzonti temporali lontani, la validità delle previsioni di traffico proposte è garantita dalla concordanza di diverse fonti autorevoli (Commissione Europea, Fondo Monetario Internazionale, OECD, World Bank, World Trade Organization, Economic Intelligence Unit, Price-Waterhouse e Roland Berger Institute), in merito all'individuazione non solo delle zone geografiche che genereranno ed attrarranno traffico in futuro, ma anche delle traiettorie delle rotte commerciali che costituiranno, dunque, le principali direttrici spaziali sulle quali insisteranno i flussi di traffico.

3.2 Analisi delle prestazioni e del contesto competitivo

Grazie ad alcuni punti di forza, quali la disponibilità di fondali profondi, il regime di porto franco, la vicinanza ai mercati più ricchi e dinamici dell'Europa, e il posizionamento all'intersezione dei corridoi Baltico-Adriatico e Mediterraneo della Rete Trans-Europea dei Trasporti, il Porto di Trieste costituisce da diversi anni il più grande scalo marittimo italiano nella movimentazione complessiva delle merci, anche per effetto del suo ruolo strategico nel trasporto di rinfuse liquide. A prova di ciò, l'analisi storica delle prestazioni dimostra che, nell'intervallo temporale dal 2004 al 2019, i quantitativi di merce trasportate in colli sono più che raddoppiati, da 8,3 a 16,9 milioni di tonnellate, ad un ritmo medio annuo del 4,5%. Rispetto a questo risultato, dalla Figura 6 si vede che la componente di traffico trainante è risultata essere quella del settore dei container, che è aumentata di quasi 5 volte (da 1,9 a 9,2 milioni di tonnellate), mentre si è registrato un andamento piuttosto costante per la componente legata al traffico Ro-Ro (di poco oltre i 6 milioni di tonnellate), dovuto alla forte riduzione verificatasi nel 2019 sul 2018 come conseguenza della crisi economica della Turchia (Quarati, 2020).

Va sottolineato che le buone prestazioni ottenute dal Porto di Trieste nel periodo considerato sono frutto, oltre che della forte spinta verso l'intermodalità, anche dell'attuazione di parte degli investimenti previsti dal Piano Regolatore Portuale (PRP), comprendenti una serie di interventi di potenziamento delle sovrastrutture e delle infrastrutture finalizzati a rendere lo scalo un importante nodo all'interno delle catene logistiche globali per il segmento di mercato dei trasporti unitizzati.

Relativamente al contesto competitivo, i bacini di riferimento rispetto ai quali confrontare le prestazioni sono l'alto Adriatico, di cui il Porto di Trieste è uno dei porti maggiori insieme a Venezia e Capodistria, e il Mar Mediterraneo nel suo complesso. Considerando il settore dei container nel periodo 2009-2019, dalla Figura 7 si evince che il Porto di Trieste non solo ha di gran lunga superato quello di Venezia, seppur partendo da valori decisamente inferiori, ma ha anche recuperato sensibilmente sullo scalo sloveno. A tale proposito, però, va evidenziato che, complessivamente, tutti gli scali appartenenti

all'associazione dei porti dell'alto Adriatico (North Adriatic Port Association - NAPA) hanno registrato nell'ultimo decennio dei trend di crescita nettamente superiori a quelli del decennio precedente, eccedendo le previsioni di traffico e dando prova del fatto che tale area potrebbe costituire delle porte principali dell'Europa sul Mediterraneo nell'ambito del trasporto marittimo mondiale.

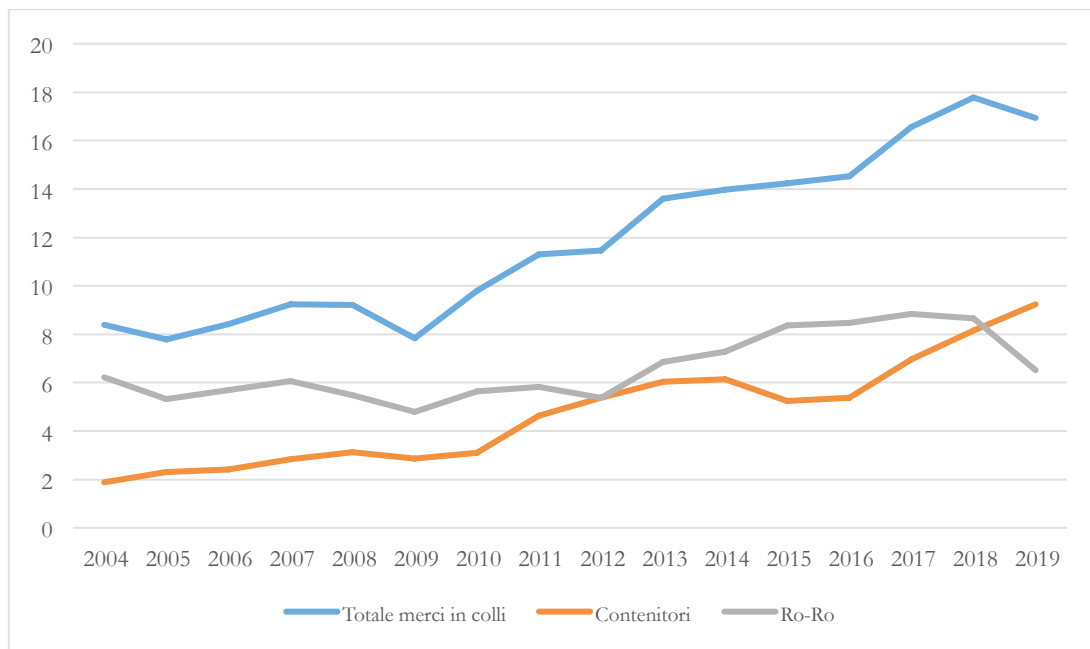


Figura 6 - Movimento merci varie in colli nel Porto di Trieste per tipologia di traffico [Mln Ton] – 2004-2019

Fonte: nostre elaborazioni su dati ASP del Mare Adriatico Orientale (anni vari)

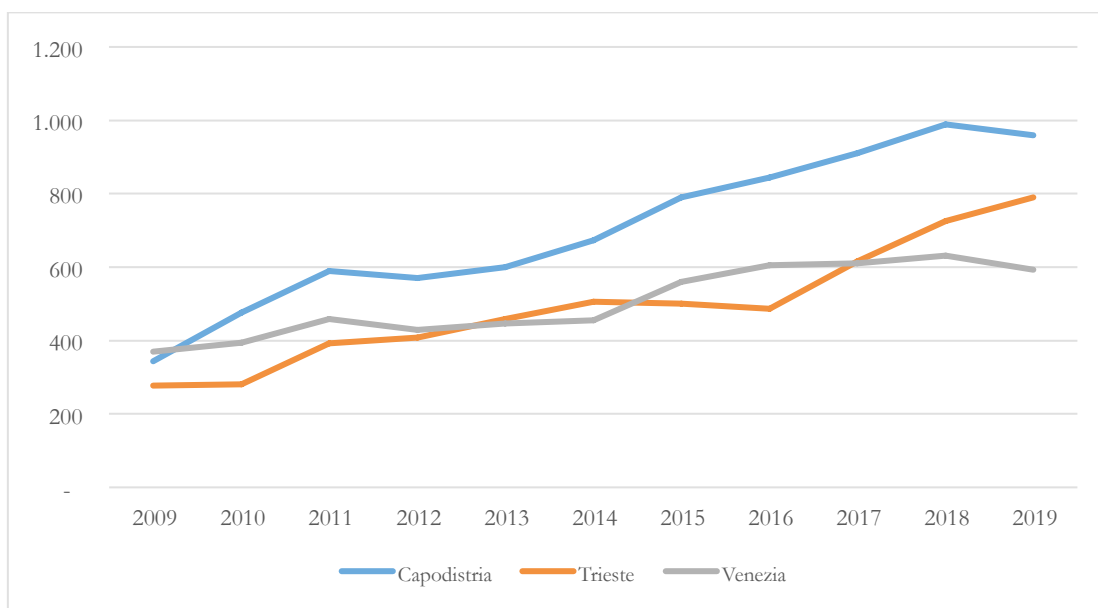


Figura 7 - Movimento container nei porti di Capodistria, Trieste e Venezia [1.000 TEU] – 2009-2019

Fonte: nostre elaborazioni su dati ASP del Mare Adriatico Orientale (anni vari)

Riguardo al secondo termine di paragone, stando al rapporto di Confetra intitolato “Il Mar Mediterraneo: Scenari geo strategici della portualità italiana nel quadrante Mediterraneo-Mar Nero” (2018), il Porto di Trieste è risultato essere uno degli scali che ha presentato una maggiore variazione complessiva del traffico contenitori nel periodo 2009-2017 (dopo Pireo, Tangeri, Capodistria e Ashdod in Israele), relativamente ai 30 porti che superano i 500 mila TEU, contribuendo a recuperare importanti quote di mercato rispetto ai porti concorrenti dell’Alto Tirreno.

3.3 Tendenze macroeconomiche

Le condizioni macroeconomiche costituiscono un presupposto essenziale di qualsiasi previsione degli scambi commerciali che avvengono via mare, soprattutto quando si ha a riferimento un porto che svolge funzioni “gateway”, come è il caso del Porto di Trieste. Al riguardo, va evidenziato che tale scalo, dall’inizio del millennio, agli albori della concezione strategica del Piano Regolatore Portuale, sta ritornando alle sue radici che lo hanno visto affermarsi nel XVIII secolo come porta sul Mediterraneo per l’impero austro-ungarico e, dunque, di quell’area della Mitteleuropa sul cui “ritorno” si impernia lo spostamento verso est del baricentro europeo. Al di là del rafforzamento delle relazioni con il motore economico industriale dell’Europa (la Germania) e della stabilità delle relazioni con l’Italia settentrionale da un lato e l’Austria dall’altro, la crescita dei collegamenti ferroviari diretti con l’Ungheria, la Repubblica Ceca e quella Slovacca (ma anche con la Romania) ne è una testimonianza significativa e tale da far ritenere quest’area centro-orientale europea parte integrante del retroterra portuale.

Con queste premesse, riprendendo gli studi condotti nell’ambito del progetto REIF, appare importante descrivere brevemente le tendenze più significative verso cui sembra convergere la letteratura economico-scientifica prevalente, valide per la creazione degli scenari di sviluppo sia al 2030 e che al 2050:

- Verso Est: pur in considerazione dell’incertezza che è d’uopo in questi casi, la tendenza ad uno scivolamento verso est dei baricentri dell’economia sembra essere la “pietra miliare” su cui poggiano gli scenari futuri dell’economia mondiale. In particolare, nel prossimo decennio il quadro economico europeo (ma anche quello mondiale) non sembra discostarsi molto da quanto accaduto nel passato recente. Dopo il 2030, lo spostamento ad est sarà ancora più evidente, soprattutto a scala mondiale, trainato dalla crescita della popolazione e dall’aumento del reddito pro-capite;
- Nuove rotte: Lo spostamento verso oriente e i progressi delle economie emergenti e di quelle meno sviluppate disegneranno una nuova struttura delle relazioni economiche. Al di là degli scambi intra-asiatici, le nuove rotte commerciali emergenti legano, in direzione nord-sud l’Asia all’Africa e all’America latina. Le rotte “tradizionali”, tra Asia da un lato e America del Nord ed Europa dall’altro continueranno comunque a mantenere delle posizioni di forza, crescendo a ritmi importanti (più la seconda che la prima). La rotta transatlantica invece, pur restando tra le relazioni significative dovrebbe subire una sensibile contrazione;
- Container: sembra esserci un consenso molto ampio sul fatto che, comunque vada, il traffico marittimo mondiale continuerà a crescere a ritmi sostenuti, anche se in lieve contrazione rispetto al passato. Ad esempio, secondo le stime di Drewry, riportate nello studio per la Commissione Europea “Analysis of the potential of the development of rail container transport market in Poland” (EC, 2019), la movimentazione complessiva di container in tutti i porti del mondo dovrebbe raggiungere il miliardo di TEU nel 2023, crescendo ad un ritmo annuale del 5,5% tra il 2019 e il 2023 (nel 2017 erano 753 milioni);

- Mar Mediterraneo: il Mediterraneo si confermerà al centro degli scambi mondiali, vuoi per la continua crescita dei traffici lungo le rotte transoceaniche, vuoi per l'intensificarsi degli scambi tra Europa e Africa. Scenari macro di un'economia mondiale frammentata (a causa di tensioni geopolitiche come la "guerra dei dazi"), inducendo l'accorciamento delle catene logistiche potrebbero ulteriormente rafforzarne il peso, soprattutto nello Short Sea Shipping;

3.4 Scenari di sviluppo al 2030

Gli scenari di sviluppo al 2030 per il Porto di Trieste sono stati elaborati con specifico riferimento al traffico intermodale che utilizza la modalità ferroviaria, al fine di stimare i carichi attesi sulla rete stessa. L'approccio metodologico adottato ha previsto l'assunzione di ipotesi di crescita sia del traffico che della ripartizione modale: nel primo caso, l'individuazione di uno scenario ottimistico e di uno pessimistico è discesa dalla definizione di un livello, rispettivamente, superiore ed inferiore di un valore medio di crescita basato sul trend storico 2009-2019, tramite il concetto statistico di deviazione standard; nel secondo caso, invece, a partire da un valore base riferito al 2019, sono stati ipotizzati degli incrementi ragionevoli della quota di ripartizione modale, determinando così un livello medio e un livello più elevato della capacità competitiva del vettore ferroviario. A tal proposito, l'osservazione delle dinamiche storiche dei settori dei container e del traffico Ro-Ro ha rivelato delle tendenze evolutive notevolmente differenziate, che hanno comportato la necessità di creare degli scenari distinti, uno denominato "Aggregato", che considera le due componenti in modo congiunto (espresse nell'unità di misura delle tonnellate), ed uno denominato "Disaggregato", che mantiene separate le due tipologie, adottando dei tassi di crescita e dei livelli di ripartizione modale differenziati nelle relative unità di misura standard (i TEU e il numero di veicoli). Il confronto tra i due scenari è stato reso possibile, per lo scenario "Aggregato", trasformando le tonnellate in TEU mediante il peso medio registrato nel 2019, e per lo scenario "Disaggregato" omogeneizzando i veicoli in TEU tramite un opportuno coefficiente determinato sulla base delle informazioni disponibili per il 2019.

Di seguito sono riportate le ipotesi assunte per definire il tasso di crescita del traffico intermodale nei due distinti scenari, i cui valori sono contenuti nella Tabella 1:

- scenario "Aggregato":
 - o Hp media (valori base): è stato considerato il tasso di crescita medio annuo del traffico unitizzato (container + Ro-Ro) nel periodo 2009-2019;
 - o Hp minima: è stato considerato il tasso di crescita medio annuo del traffico unitizzato (container + Ro-Ro) nell'intero periodo di osservazione 2004-2019, che sconta la riduzione drastica del traffico a seguito della crisi economico-finanziaria del 2008;
 - o Hp massima: al tasso definito come valore base è stata aggiunta la variazione standard della serie delle variazioni annuali osservate nel periodo 2009-2019 (corrispondente ad un +10,1%);
- scenario "Disaggregato":
 - o Hp media (valori base): è stato considerato il tasso di crescita medio annuo per traffico container e Ro-Ro nel periodo 2009-2019;
 - o Hp minima: al tasso medio è stata sottratta la variazione standard della serie delle variazioni annuali osservate nel periodo 2009-2019, (corrispondente ad un - 11,4% per i container e -17,7% per il traffico Ro-Ro);

- Hp massima: al tasso medio è stata aggiunta la variazione standard della serie delle variazioni annuali osservate nel periodo 2009-2019, (corrispondente ad un +11,4% per i container e +17,7% per il traffico Ro-Ro)).

Tabella 1 - Scenari “Aggregato” e “Disaggregato”: tassi di crescita medio annui nel periodo 2019-2030 [%]

Fonte: nostre elaborazioni

Tipo ipotesi	Aggregato	Disaggregato	
	Tonnellate	TEU	Veicoli
Min	4,5%	9,8%	2,1%
Medio	7,5%	11,0%	2,5%
Max	8,2%	12,3%	3,0%

Relativamente alla ripartizione modale, a partire dai valori del 2019 sono stati assunti degli incrementi della quota ferroviaria del 5% e del 10% per determinare le ipotesi media ed alta nello scenario “Aggregato” ed in quello “Disaggregato” con riferimento al solo settore dei container, mentre per la componente legata al traffico Ro-Ro sono stati considerati degli incrementi del 2,5% e del 5%, rispettivamente, nelle ipotesi di crescita media ed alta.

Le Figure 8 e 9 illustrano i risultati, in termini di migliaia di TEU, derivanti dalla combinazione delle ipotesi di crescita, da un lato, del traffico intermodale e, dall’altro, della ripartizione modale. Per un principio di omogeneità nel confronto dei valori ottenuti nei due scenari, per la conversione dalle tonnellate ai TEU nello scenario “Aggregato” si è utilizzato un peso medio dei container, riferito al 2019, che tiene conto anche delle unità di carico vuote (12,4 tonn/TEU).

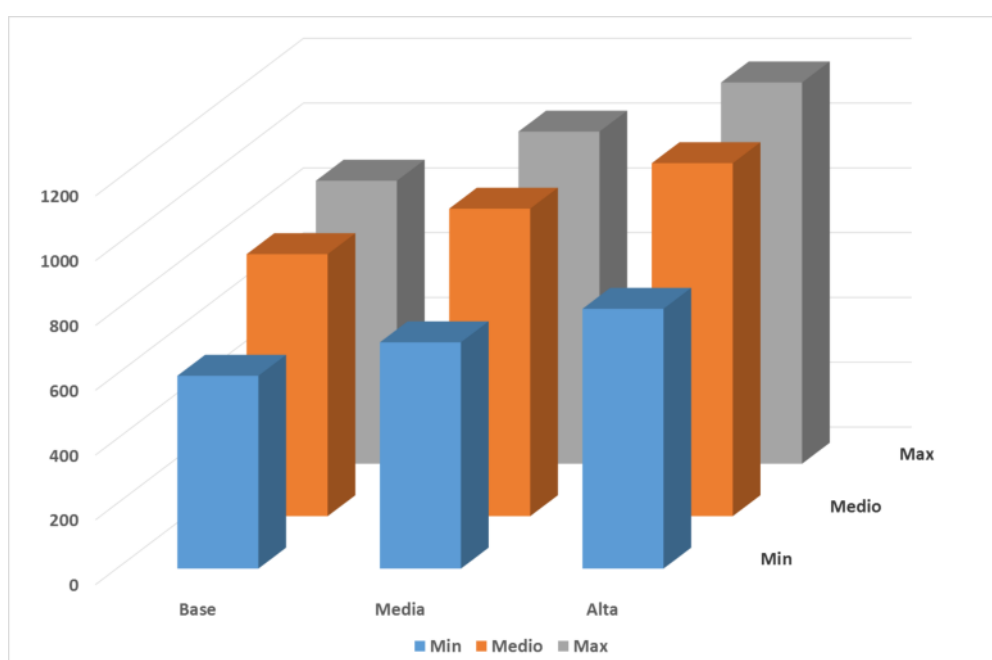


Figura 8 - Porto di Trieste: Scenario Aggregato di crescita del trasporto ferroviario (contenitori e veicoli) [1.000 TEU] – 2030

Fonte: nostre elaborazioni

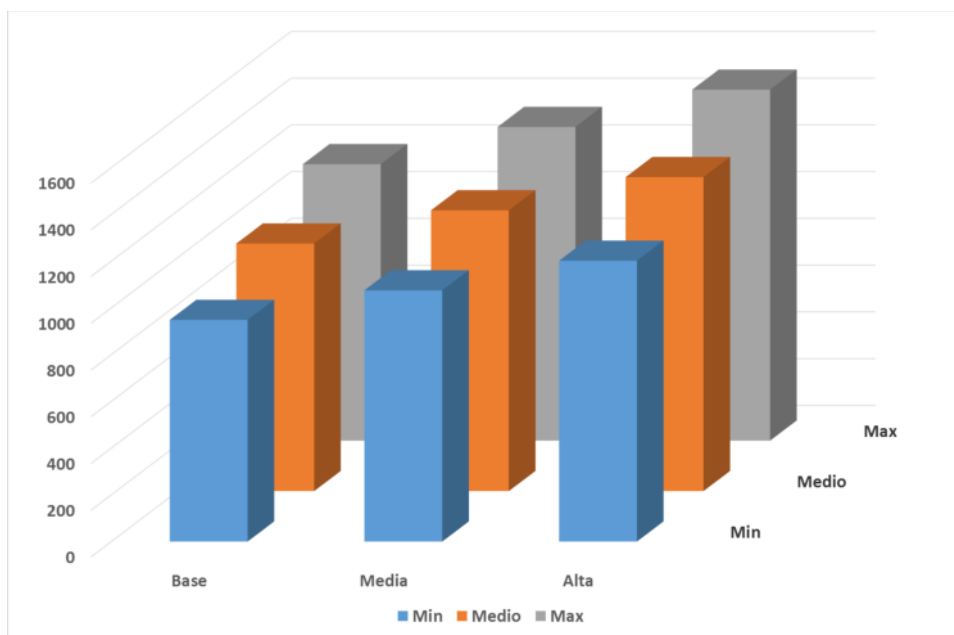


Figura 9 - Porto di Trieste: Scenario Disaggregato di crescita del trasporto ferroviario (container + veicoli) [1.000 TEU] – 2030
Fonte: nostre elaborazioni

Considerando le ipotesi centrali di crescita del traffico intermodale nei due differenti scenari, in quello “Aggregato” la movimentazione delle merci in TEU passerebbe da poco più di 800 mila a circa 950 mila e a quasi 1,1 milioni di TEU, in base alla capacità del vettore ferroviario di mantenere stabile la quota modale del 2019, oppure di aumentarla del 5% o del 10%, giungendo in quest’ultimo caso ad una quota complessiva pari quasi al 40%. Per contro, nelle ipotesi di crescita medie dello scenario “Disaggregato”, una variazione della ripartizione modale per la quale il trasporto ferroviario fosse in grado di passare dal 35% del 2019 al 45% nel 2030 per il settore dei container e dall’attuale 29% al 34% per il traffico Ro-Ro, comporterebbe un incremento di traffico da 2,5 a 3,2 volte il valore del 2019 (pari rispettivamente a 1,1 e 1,3 Mln TEU). Pertanto, assumendo che, analogamente a quanto verificatosi nel 2019, i treni portino mediamente 54 unità di carico (ASP del Mare Adriatico Orientale, 2020) e che abbiano una lunghezza del treno intorno ai 500 metri, all’orizzonte temporale di scenario il numero dei treni intermodali annui potrebbe variare tra 15 mila e quasi 25 mila, tenendo conto di un tasso di incremento medio del traffico in entrambi gli scenari e il passaggio dalla quota intermodale costante al 2019 nello scenario “Aggregato” all’incremento della stessa del 10% nello scenario “Disaggregato”.

3.5 Scenari di sviluppo al 2050

La creazione degli scenari al 2050 del Porto di Trieste in relazione al traffico intermodale è stata incentrata sull’utilizzo dell’approccio che disegna una “forchetta” tra una traiettoria di sviluppo ragionevole ed una più conservativa. In particolare, questo documento presenta la metodologia ed i risultati ottenuti solo per quanto riguarda la traiettoria di sviluppo considerata ragionevole.

Le previsioni sono state prodotte per i due terminal dedicati al traffico dei contenitori (Terminal Molo VII e Molo VIII) e per il traffico Ro-Ro nel suo insieme. Per quanto concerne la movimentazione del

Terminal Molo VIII, di recente acquisizione da parte del Porto di Amburgo, si è fatto riferimento alle previsioni di traffico realizzate dal nuovo proprietario nella valutazione del suo nuovo business.

In relazione alle previsioni per il Terminal Molo VII, invece, la traiettoria di sviluppo al 2050 è stata costruita, anche a partire dalle considerazioni illustrate nella precedente sezione del documento, sulla base delle seguenti ipotesi:

- Un percorso di sviluppo quinquennale della capacità produttiva (definita in TEU/anno) rispetto al valore base al 2020, considerato pari a circa un milione di TEU annui. Si è ipotizzato quindi un'espansione del 30% entro il 2030 e di un ulteriore 20% (sempre rispetto al valore base) tra il 2030 ed il 2050, che porta quindi il terminal ad aumentare del 50% la sua capacità produttiva all'orizzonte di scenario. In ciascuno dei due sottoperiodi temporali (2020-2030 e 2031-2050), l'aumento di capacità segue una crescita secondo una curva logistica (più accentuata all'inizio del periodo e meno nella seconda metà);
- A partire dal tasso di crescita medio annuo (TCMA) osservato nel periodo storico 2009-2020 (pari al 9,82%, da 277 mila TEU del 2009 a 776 mila del 2020), il tasso di crescita di ogni successivo periodo quinquennale è stato determinato considerando il tasso del periodo precedente ridotto in funzione della capacità residua del terminal.
- Infine, per quanto attiene la previsione del traffico Ro-Ro, è apparso ragionevole ipotizzare un trend medio tra il 2021 e il 2030 corrispondente al tasso medio rilevato tra il 2009 ed il 2019 (pari al 2,54% e inferiore a quello registrato nell'ultimo anno risultato uguale 5,25%), per tener conto di possibili discontinuità come è accaduto tra il 2018 ed il 2019, e un trend medio tra il 2031 e il 2050 pari al 2%, che tiene conto delle potenzialità enormi che questo settore ha in Italia in considerazione della sua collocazione geografica e delle previsioni prevalenti dell'intensificarsi degli scambi commerciali tra Europa da un lato e Paesi Medio-Orientali e Africani dall'altro.

Come risultato, la Tabella 2 riporta le previsioni quinquennali fino al 2050 di traffico intermodale, in valore e in tasso di crescita medio annuo, sia per il settore dei contenitori (distinguendo all'interno di quest'ultimo i due terminal dedicati a tale comparto), che per quello del traffico Ro-Ro.

Tabella 2 - Previsioni al 2050 dei flussi di traffico intermodali del Porto di Trieste

Anno	Contenitori				Ro-Ro	
	Molo VIII		Molo VII		1000 TEU	TCMA (%)
	1000 TEU	TCMA (%)	1000 TEU	TCMA (%)		
2009			276,95		181,72	
2020			776,02		245,67	
2025	454,8		1055,31	6,34%	277,95	2,50%
2030	674,1	8,2%	1263,93	3,67%	314,47	2,50%
2035	914,3	6,3%	1392,22	1,95%	347,21	2,20%
2040	1015,7	2,1%	1464,14	1,01%	383,34	2,20%
2045	1109,5	1,8%	1502,64	0,52%	423,24	2,20%
2050	1193,7	1,5%	1523,03	0,27%	467,29	2,20%

Le considerazioni appena esposte conducono a stime di crescita al 2030 leggermente inferiori rispetto a quelle contenute nello studio REIF, proprio in virtù dell'effetto riconducibile alla progressiva saturazione dei terminali.

A partire dalle considerazioni esposte nei capoversi precedenti e riferite ai possibili scenari di evoluzione della domanda del trasporto merci attraverso il porto di Trieste, la stima del numero di treni per tipologia e terminale prevedibili nei diversi scenari temporali considerati è stata portata a compimento seguendo quindi due approcci differenti e precisamente:

- Per i terminali, per i quali è già possibile conoscere tipologia e lo sviluppo nel tempo (Moli V, VI, VII ed VIII), il volume complessivo delle tonnellate all'anno e il numero di unità (TEU o Veicoli) trasportata all'anno (Figura 10) è stato trasformato in numero di treni al giorno utilizzando opportuni valori per la percentuale di transhipment (30%), la quota modale a favore della ferrovia, il numero di unità a treno, e la percentuale dei vuoti. Questi valori, con la loro rispettiva evoluzione nel tempo, sono stati condivisi con i terminalisti e trovano riscontro nelle osservazioni dei dati storici contenuti in Sinfomar. La Tabella 3 riporta i valori assunti, che conducono a percentuali di ripartizione modale leggermente più alte rispetto a quelle considerate nello studio fino al 2030 (in cui la quota parte della modalità ferroviaria si attestava attorno al 40%), in quanto tengono conto delle dinamiche maggiormente rail-oriented in atto e, nell'ambito della progettazione di nuove opere infrastrutturali ferroviarie, costituiscono un'ipotesi cautelativa a favore di sicurezza.

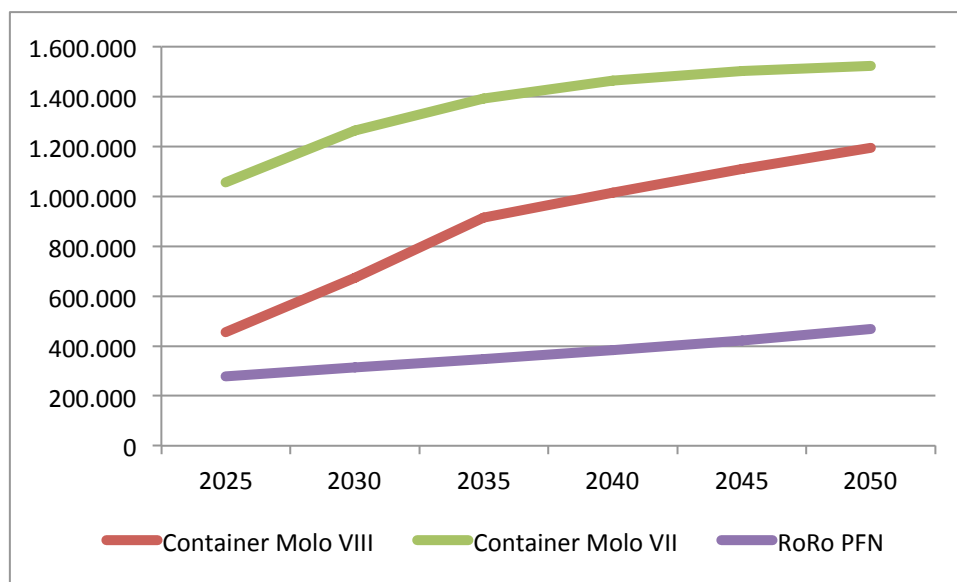


Figura 10 – Evoluzione del traffico per Moli V, VI, VII e VIII

Tabella 3 – Percentuali ripartizione modale a favore della ferrovia

Anno	% su ferro PLT	% su ferro PFN	% su ferro RoRo
2025	50%	40%	32%
2030	50%	43%	37%
2035	50%	45%	42%
2040	50%	46%	47%
2045	50%	47%	50%
2050	50%	49%	55%

- Per gli altri terminali, per i quali al momento non sono del tutto definite le prospettive di destinazione né conseguentemente le ipotesi di crescita, si è fatto invece riferimento a percentuali crescenti di utilizzo della potenzialità dei relativi raccordi di collegamento con la rete principale; sarà evidentemente possibile rivedere queste stime in presenza di indicazioni più precise riferite all'evoluzione del traffico.

Sulla base di queste ipotesi ed elaborazioni, il numero medio dei treni al giorno per i diversi terminali è stato stimato come riportato nella seguente Tabella 4.

Tabella 4 – Numero medio di treni al giorno

	PLT- Molo VIII	PFN TEU	PFN RoRo	Freeste	Ex Aquila	Noghere	San Sabba	TOTALE
2025	11	23	10	1	2	0	0	47
2030	15	30	11	2	4	0	0	62
2035	19	26	13	2	4	4	4	72
2040	21	29	16	4	4	4	4	82
2045	22	30	19	4	4	5	4	88
2050	24	32	23	4	6	5	4	98

Considerando infine una possibile aleatorietà delle stime di crescita, in relazione alla variabilità osservata nella serie storica dei dati del porto di Trieste, il numero ipotizzabile di treni al giorno è stato stimato con approccio pessimistico, medio o ottimistico ottenendo i valori riportati nella Tabella 5.

Tabella 5 – Numero di treni al giorno negli scenari di previsione

Anno	Tr/giorno scenario Medio	Tr/giorno scenario Alto	Tr/giorno scenario Basso
2025	47	50	42
2030	62	67	55
2035	72	79	66
2040	82	89	74
2045	88	97	81
2050	98	107	89

Nelle simulazioni che verranno descritte in un prossimo capitolo si è fatto riferimento al volume medio dei treni al giorno previsti al 2050 cioè nel lungo periodo, al fine di verificare la sostenibilità di scelte infrastrutturali che sono compiute ora ma che dovranno poter funzionare anche nei prossimi anni.

4. Configurazione dell'offerta

4.1 La rete ferroviaria

L'analisi della configurazione attuale delle infrastrutture ferroviarie è finalizzata a riepilogare in modo sintetico le principali caratteristiche fisiche e funzionali delle diverse parti di sistema al servizio dei traffici portuali nell'area di Trieste.

Come descritto nel §2.6 del Volume A degli studi specialistici del PRP, il nodo ferroviario di Trieste è servito dai seguenti impianti per il trasporto merci, che sono sia raccordati alla rete esterna sia interconnessi tra di loro (Figura 11):

- Trieste Campo Marzio Smistamento, situato nel Punto Franco Nuovo e direttamente raccordato alla rete nazionale sia attraverso la galleria di Cintura e la linea Trieste Centrale-Bivio di Aurisina, sia a Villa Opicina tramite una linea a semplice binario (linea Transalpina);
- Trieste Scalo Legnami;
- Trieste Servola;
- Trieste San Sabba, situato tra Servola e il Punto Franco Oli Minerali;
- Trieste Aquilinia, nella zona del Canale Navigabile.

L'impianto di Trieste Centrale è utilizzato ormai solo per il trasporto passeggeri.

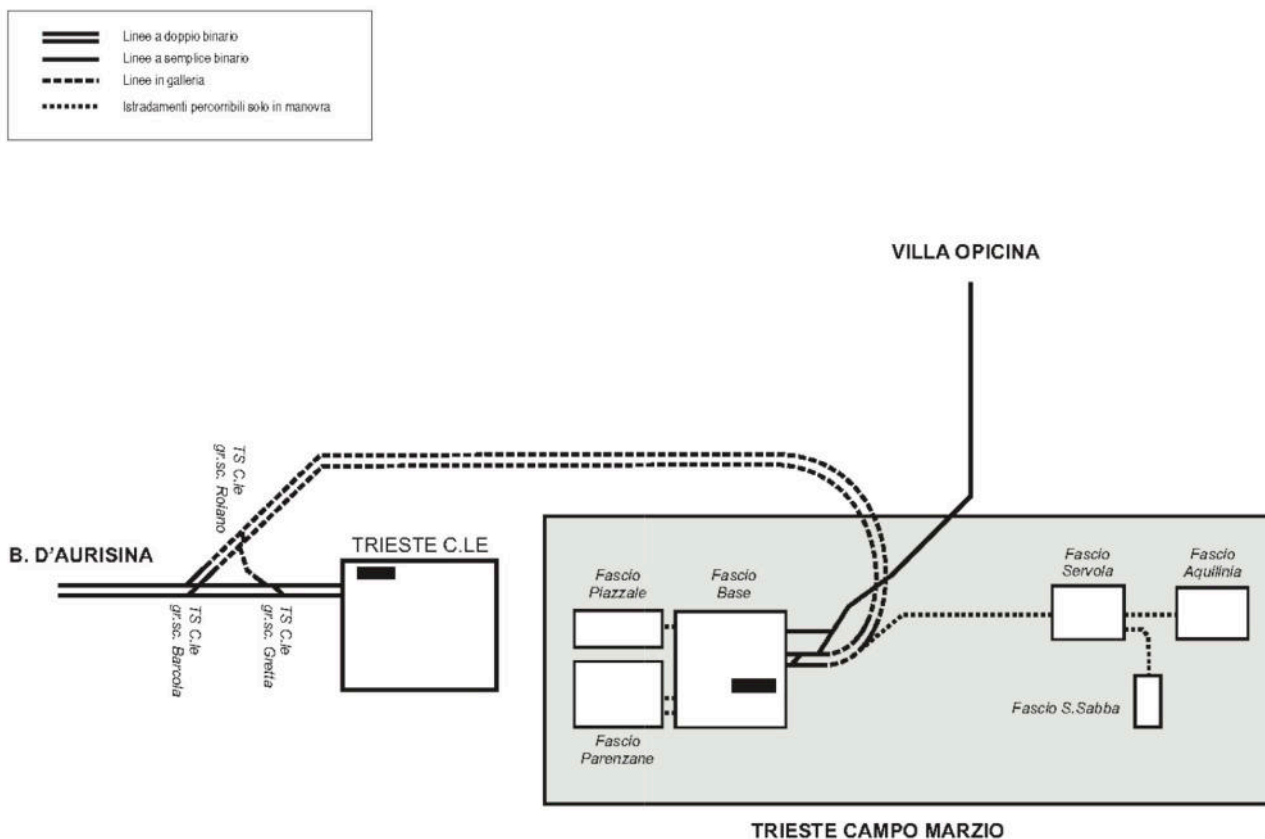


Figura 11 - Nodo ferroviario del Porto di Trieste - Fonte: RFI - Rete Ferroviaria Italiana

L'infrastruttura principale che caratterizza la rete ferroviaria merci del nodo di Trieste è costituita da una linea di circonvallazione in galleria a doppio binario che collega Trieste Centrale con Trieste Campo Marzio (Figura 12). In quest'ultimo scalo, oltre ai traffici generati dal Punto Franco Nuovo, confluiscono attualmente anche quelli derivanti dallo Scalo Legnami, dalla Ferriera di Servola e dal Punto Franco Oli Minerali, visto che le operazioni di composizione e scomposizione dei treni merci vengono eseguite tutte ancora nel parco ferroviario di Campo Marzio. La situazione è destinata a cambiare, a breve, con la riapertura al traffico del ramo compreso tra il Bivio San Giacomo e il Bivio Cantieri che consentirà arrivi e partenze dei treni direttamente da Servola e Aquilinia. Nella Tabella 6 sono indicate le diverse stazioni ferroviarie con i corrispondenti terminali che vi afferiscono riferiti alle zone considerate nel presente studio.

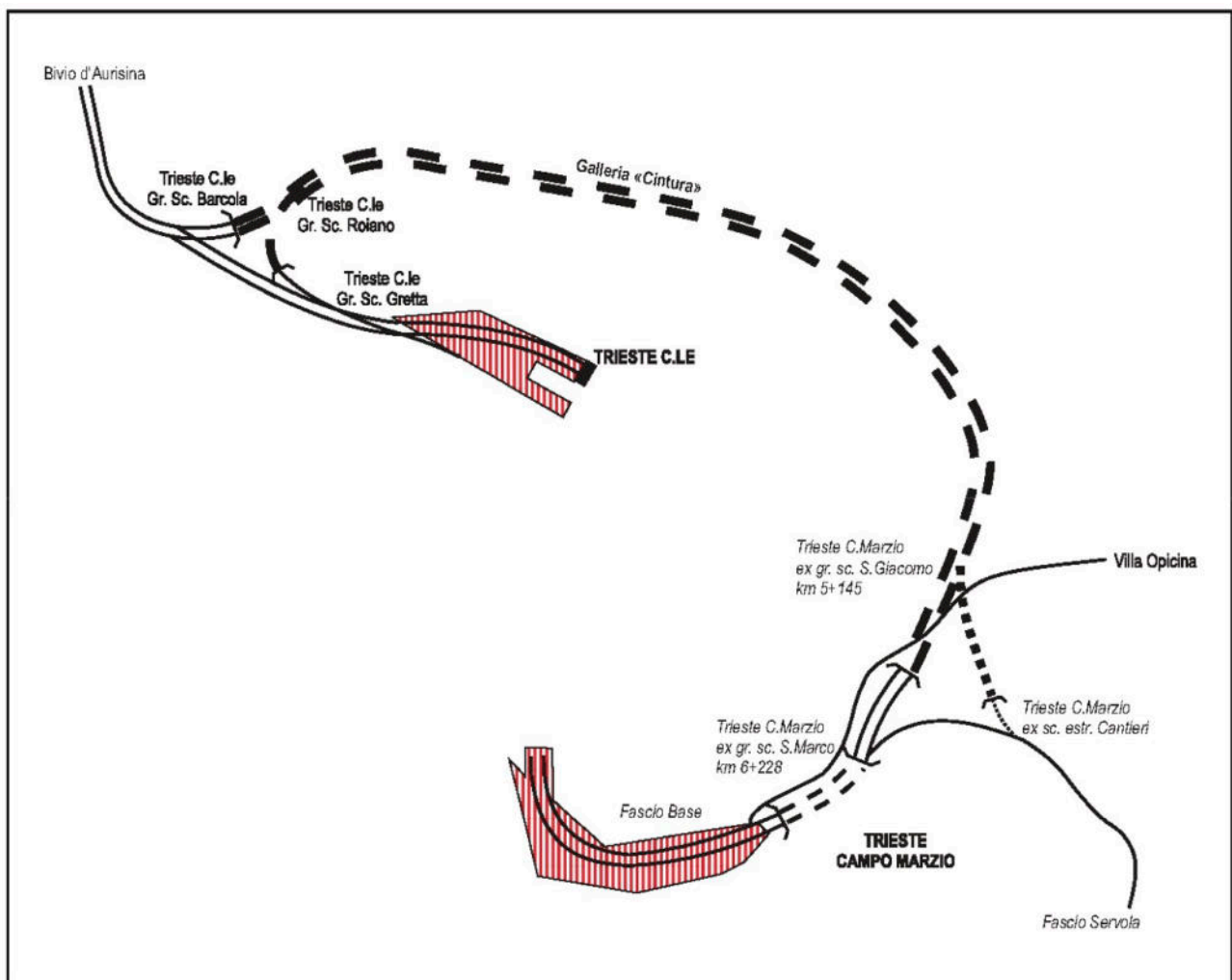


Figura 12 - Galleria di "cintura" tra Trieste Centrale e Trieste Campo Marzio
Fonte: RFI - Rete Ferroviaria Italiana

Tabella 6 - Terminali e relative stazioni afferenti

Terminale	Stazione
Molo V	Campo Marzio
Molo VI	
Molo VII	
Scalo Legnami	Servola
Ferriera di Servola	
Punto Franco Oli Minerali	S. Sabba
Canale Navigabile	Aquilinia
Noghere	
Wärtsilä	

I treni generati dai diversi terminali del Porto di Trieste raggiungono la loro destinazione attraverso la rete ferroviaria nazionale, che si sviluppa principalmente sulla linea Trieste Centrale-Bivio di Aurisina e sulle linee ad essa collegate: a ovest in direzione Veneto e Pianura Padana, a nord tramite il valico di Tarvisio e ad est tramite il valico di Ferneti - Villa Opicina.

Infatti, superato il raccordo con la Galleria di cintura e proseguendo sulla linea a doppio binario in uscita dalla stazione Trieste Centrale, i treni raggiungono Bivio di Aurisina (Figura 13), da cui si diramano una linea in direzione Villa Opicina e una verso Monfalcone. La prima consente di raggiungere, da un lato, l'interporto di Ferneti e, dall'altro, il confine di stato verso la Slovenia; la seconda, invece, permette di arrivare in altri nodi ferroviari regionali o nazionali. Questi ultimi vengono raggiunti tramite le due linee che si diramano in corrispondenza del Bivio San Polo, situato in prossimità dello scalo ferroviario di Monfalcone: in particolare, le diramazioni consentono o di percorrere la tratta Gorizia - Udine o di dirigersi verso Cervignano - Venezia. A Cervignano, oltre ad essere presente un importante scalo merci si innesta una linea a semplice binario per Udine.

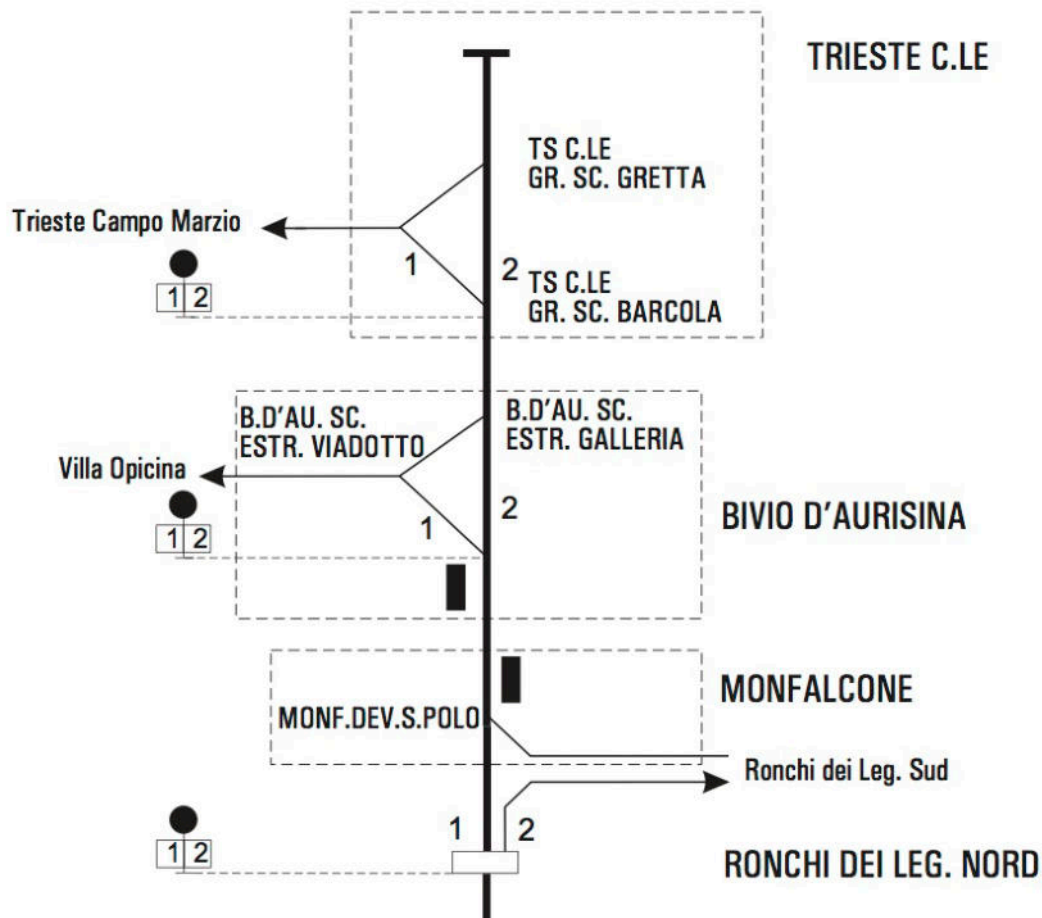


Figura 13 - Porzione dello schema unifilare della linea Udine - Trieste C.le
 Fonte: RFI - Rete Ferroviaria Italiana

Nella Tabella 7, con riferimento anche alla Figura 14, sono riportate le caratteristiche tecniche delle principali tratte ferroviarie presenti all'interno del nodo di Trieste e ad esso collegate; in particolare, le diverse colonne della tabella indicano, per ogni tratta considerata, il tipo di binario, il sistema di trazione, il sistema per il controllo della marcia dei treni, il tipo di regime di circolazione, la pendenza massima, il rango, il modulo della linea e la sagoma limite.

Tabella 7 - Caratteristiche tecniche delle principali tratte ferroviarie
 Fonte: RFI - Rete Ferroviaria Italiana

Tratta	Numero binari	Sistema trazione	SCMT	Regime circolazione	Pendenza max [%]	Rango	Modulo linea [m]	Sagoma limite
Trieste Aquilinia - Trieste Campo Marzio	1	TE		Manuale - Per necessità di movimento	5	A	600	FS
Trieste Centrale - Trieste Campo Marzio	2	TE	sì	Blocco elettrico automatico	17	A	600	PC80
Trieste Campo Marzio - Villa Opicina	1	TE	sì	Blocco elettrico manuale	25	A	600	PC32
Bivio d'Aurisina - Villa Opicina	2	TE	sì	Blocco elettrico conta-assi	15	A	600	PC80
Villa Opicina - Confine di stato	2	TE		Regolamento S.Ž.	10			PC80
Monfalcone - Bivio S. Polo	2	TE	sì	Blocco elettrico automatico	12	A	600	PC80
Trieste Centrale - Bivio d'Aurisina	2	TE	sì	Blocco elettrico automatico banalizzato	14	A	600	PC80

Nell'Allegato A sono riportati alcuni estratti dei "Fascicoli Circolazione Linee" (FCL) riguardanti alle tratte di interesse, contenenti le caratteristiche delle varie fiancate principali e di linea relative sia alle linee presenti nel nodo di Trieste che a quelle ad esso connesse.

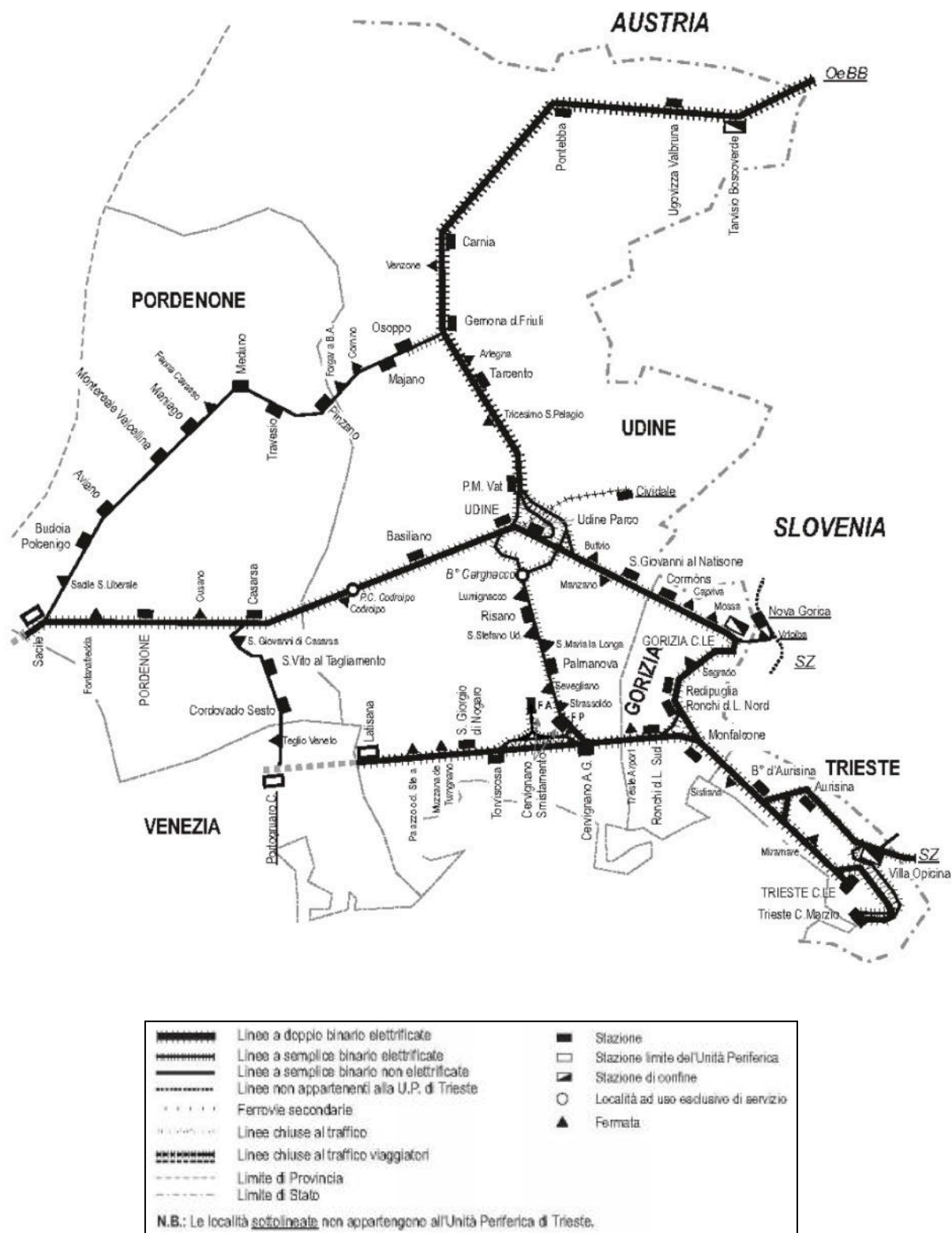


Figura 14 - Grafico compartimentale delle linee
Fonte: RFI - Rete Ferroviaria Italiana

In questo contesto territoriale ampio, nel quale sono presenti alcuni colli di bottiglia (tra cui ad esempio tratta Bivio di Aurisina – Bivio San Polo, nodo di Udine, stazione di Tarvisio Bosco Verde) e sono previsti interventi importanti di potenziamento soprattutto tecnologico, si inserisce l'area di interesse per questo studio, che è stata circoscritta al nodo ferroviario di Trieste che si sviluppa, come descritto in

precedenza, a valle della galleria di circonvallazione (vedi figura 12). Si tratta di un sistema che può venire suddiviso due “comparti” a partire dal bivio San Giacomo:

- zona del cosiddetto Punto Franco Nuovo, che gravita attorno alla stazione ferroviaria di Trieste Campo Marzio;
- zona del cosiddetto porto/zona industriale che invece si sviluppa lungo l’asse ferroviario che comprende le stazioni di Servola ed Aquilinia con i relativi raccordi ad esse collegati.

A partire dalla configurazione attuale della rete, molti sono gli interventi di potenziamento in fase di progettazione sia nella zona del Punto Franco Nuovo che in quella della zona industriale. In questo contesto di profondo cambiamento si è deciso di fare riferimento alla situazione potenziata che prevede in particolare:

- La configurazione della Stazione di Campo Marzio come da protocollo d’intesa Autorità di Sistema Portuale - Regione Friuli Venezia Giulia e Rete Ferroviaria Italiana stipulato nel 2016 (scenario 2023), con un possibile ulteriore sviluppo nel senso dell’eliminazione del muro doganale e la creazione di binari di arrivo e partenza in ambito portuale. La stima della potenzialità della zona del Punto Franco Nuovo è stata già oggetto di un importante approfondimento da parte dell’Autorità di Sistema Portuale nel contesto del progetto REIF, cui si rimanda per ogni approfondimento, che conclude con una potenzialità teorica stimata che non supera i 17.000 treni all’anno;
- La configurazione di Aquilinia nuova, riattivata con un numero di binari lunghi almeno 750 m pari a 4 e con la apertura dei tre raccordi industriali rispettivamente verso l’area di Freeste, dell’ex-Aquila e delle Noghère;
- La nuova stazione di Servola, al servizio del terminal di PLT e del futuro molo VIII nelle sue diverse varianti che costituisce il principale oggetto di valutazione del presente incarico e che verrà conseguentemente discussa con maggior dettaglio.

4.2 La nuova stazione di Servola

La nuova stazione di Servola, che verrà realizzata nel nodo di Trieste nella tratta compresa fra il Bivio Cantieri e la stazione di Aquilinia, dovrà essere dimensionata e configurata per assolvere le seguenti funzioni:

- Arrivo e partenza dei treni di pertinenza del terminal di PLT e del futuro molo VIII, eventualmente anche direttamente dal terminal;
- Movimento e stazionamento delle locomotive elettriche da treno;
- Movimento e stazionamento delle locomotive da manovra;
- Eventuale sosta di materiale rotabile che si rendesse necessaria per poter rendere tra loro congruenti, da un lato, la disponibilità di tracce sulla rete ferroviaria nazionale e, dall’altro, le esigenze operative dei terminali raccordati (funzioni di buffer);
- Operazioni di movimento sulla linea a semplice binario Aquilina-Bivio Cantieri;

- Eventuali ulteriori operazioni di movimento riconducibili agli altri terminal raccordati soprattutto dell'area dell'ex ferriera di Servola e del terminal petroli.

Essa dovrà inoltre essere dotata di un numero congruo di binari di lunghezza tale da poter ricevere treni fino a 750 m.

Pur in presenza di un numero abbastanza rilevante di vincoli geometrici, di spazio, di proprietà delle aree ed anche infine derivanti dalla collocazione di altre infrastrutture lineari (prima fra tutte la Grande Viabilità Triestina con i suoi piloni di sostegno) o "puntuali" (come ad esempio il nuovo depuratore), sono state sviluppate due possibili alternative per la configurazione di questa stazione e, conseguentemente, del terminal ferroviario all'interno dell'area di PLT e Molo VIII, come descritto nei paragrafi che seguono.

4.2.1 Soluzione con asta di manovra lato Campo Marzio

Come emerge dall'analisi della Figura 15, questa ipotesi, che è stata sviluppata per prima, contempla:

- una stazione pubblica passante con 10 binari di lunghezza maggiore uguale 750 m. Nell'ultima versione di questo progetto, i 10 binari sono stati raggruppati in due sezioni, rispettivamente di 6 e 4 binari, per consentire un numero più elevato di movimenti contemporanei soprattutto per separare le manovre dagli eventuali movimenti di treni sull'asse Aquilinia Bivio-Cantieri;
- Un'asta di manovra, collocata lato Campo Marzio sul sedime dell'attuale Linea Bassa, con un andamento altimetrico studiato appositamente per consentire sia di colmare il dislivello che esiste fra la stazione e il terminal sia di non interferire con la viabilità esistente;
- Un pettine per il deposito delle locomotive elettriche, collocato sempre lato Campo Marzio per agevolare la formazione dei treni in partenza;
- Alcuni binari tronchi per la sosta delle locomotive da manovra;
- Alcune comunicazioni studiate per consentire anche l'ingresso in linea di treni provenienti direttamente dal terminal;
- Una radice scambi che si richiude sulla linea alta lato Aquilinia prima dell'innesto del collegamento con San Sabba
- Un terminal ferroviario da otto binari, con una configurazione curvilinea con raggio maggiore di 600m.

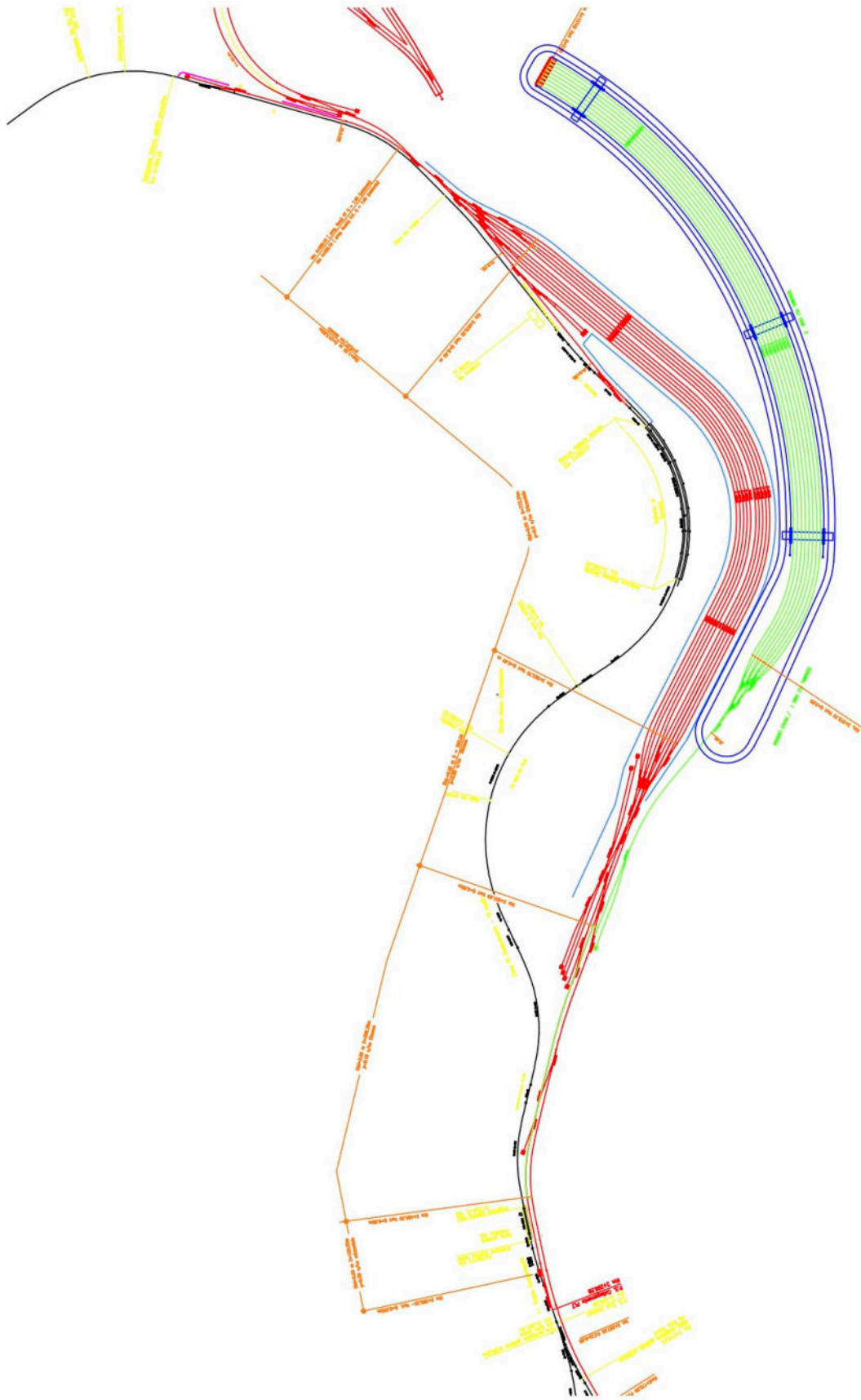


Figura 15 – Soluzione con asta di manovra lato Campo Marzio

La Figura 16 riporta un ingrandimento della configurazione della radice scambi lato Campo Marzio e consente quindi di apprezzare meglio la dislocazione di deviatori e comunicazioni e di comprendere le opportunità di movimenti contemporanei tra le manovre da/per il terminal e l'arrivo e la partenza dei treni dai binari lato monte.



Figura 16 – Radice scambi lato Campo Marzio

La figura 17 mostra invece un ingrandimento della radice scambi lato Aquilinia e consente di evidenziare la configurazione dei punti di confluenza dei collegamenti rispettivamente della nuova stazione di Servola e di quella di San Sabba sull'asta portante da/per Aquilinia.

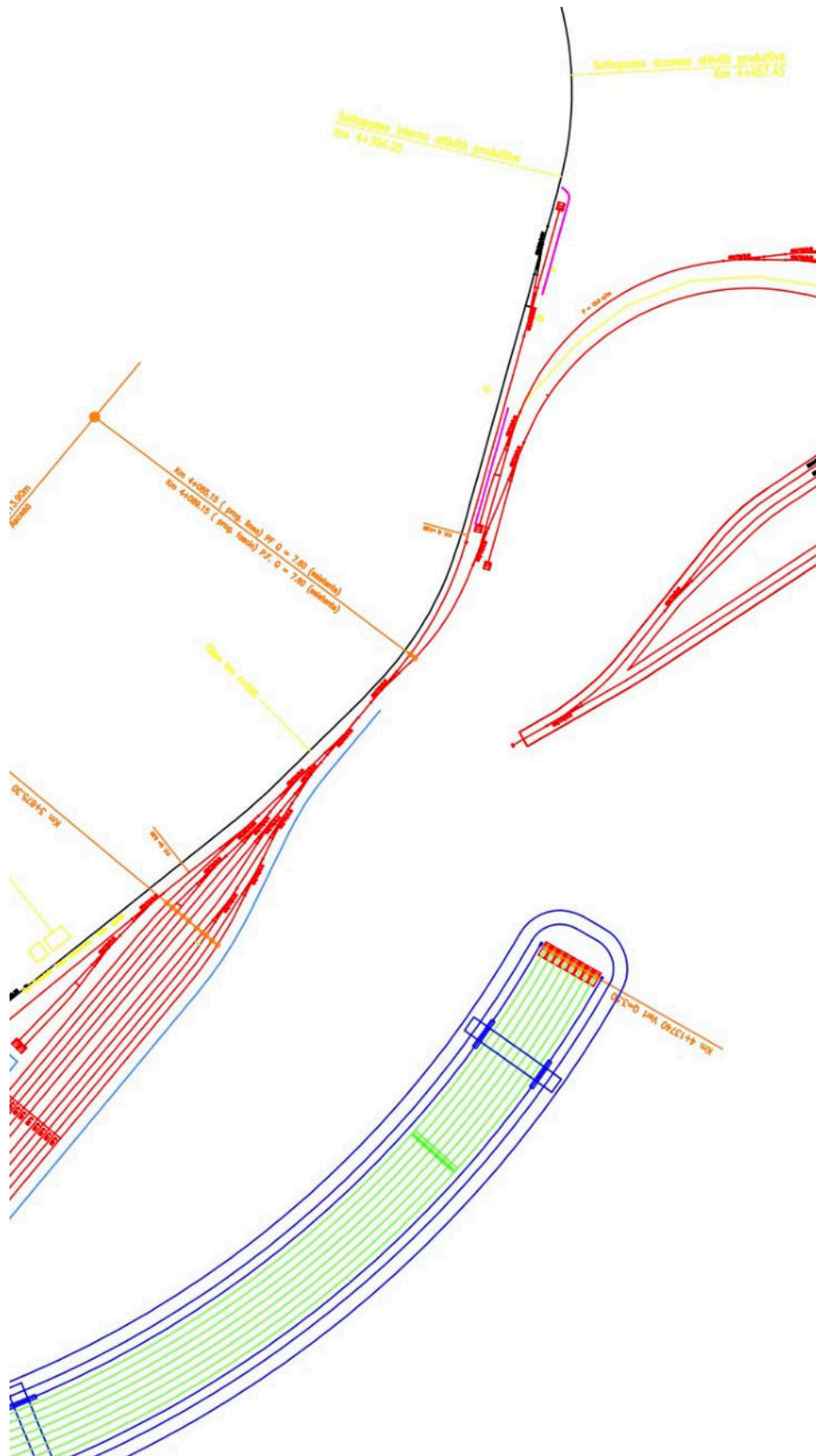


Figura 17 - Radice scambi lato Aquilinia

Con questa configurazione infrastrutturale sarà possibile realizzare un modello di esercizio semplice che prevede la seguente sequenza di attività ferroviarie per l'arrivo e la partenza:

- Un treno in arrivo, che utilizza con trazione elettrica un itinerario centralizzato dalla linea di cintura attraverso il bivio San Giacomo e il Bivio Cantieri, viene ricevuto su idoneo binario della stazione di Servola;
- La locomotiva elettrica viene sganciata dalla testa del treno e, con movimento isolato ed interessando la radice scambi lato Aquilinia con manovra a V, si trasferisce al pettine di ricovero delle locomotive elettriche utilizzando un binario sgombero del fascio, parallelo al precedente;
- Una locomotiva da manovra viene agganciata alla coda del treno in arrivo e, previa predisposizione di opportuno instradamento, effettua il trasferimento dei carri dalla stazione al terminal con una ribattuta sull'asta (una manovra a V);
- Completato il movimento dei carri la locomotiva di manovra viene sganciata ricoverata in opportuni binari di stazionamento;
- Nel terminal hanno luogo le attività di scarico e carico dei carri al termine delle quali una locomotiva di manovra viene posta all'estremità della muta e successivamente, previa predisposizione di instradamento e sempre con la ribattuta sull'asta, avviene il movimento dei carri dal terminal alla stazione;
- La locomotiva di manovra viene sganciata e ricoverata in opportuni binari di stazionamento;
- Una locomotiva elettrica proveniente dal pettine di stazionamento viene collocata ed agganciata la testa del treno pronto per la partenza;
- Vengono effettuate tutte le attività di controllo compresa la prova freno e, all'apertura del segnale di partenza, il treno lascia la stazione utilizzando un itinerario centralizzato fino alla piena linea.

Come detto prima, la configurazione dell'infrastruttura è stata studiata per consentire una certa indipendenza fra alcuni itinerari di arrivo partenza dei treni e alcuni istradamenti di manovra. Questo elemento costituisce, in questa configurazione, un aspetto di estrema importanza ai fini della circolazione dei treni fra Aquilinia e la piena linea, in quanto la stazione di Servola può svolgere la funzione di punto di incrocio sul semplice binario.

La Figura 18 riporta uno spaccato del modello dell'infrastruttura che stato realizzato in OpenTrack e che si riferisce a questa configurazione infrastrutturale.

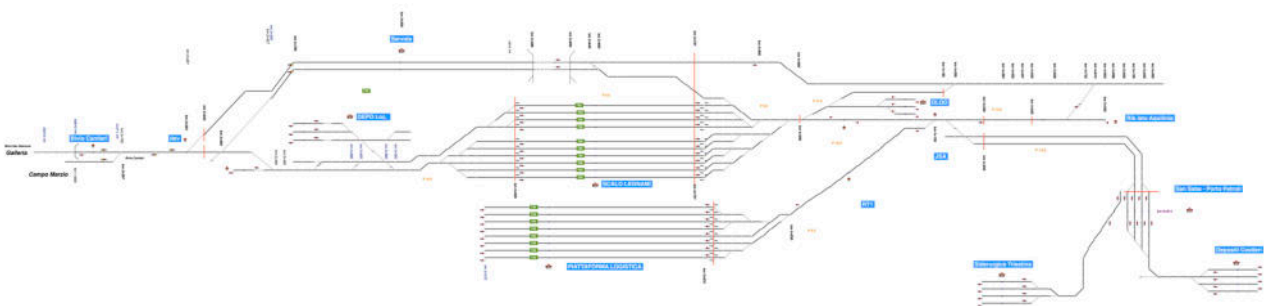


Figura 18 – Estratto dal modello di OpenTrack per la stazione di Servola

4.2.2 Soluzione con asta di manovra lato Aquilinia

Questa seconda soluzione è invece del risultato di un confronto, serrato e molto proficuo, che ha avuto luogo nell'ambito del gruppo di lavoro costituito con Rete Ferroviaria Italiana, nel tentativo di ricercare soluzioni che potessero consentire la creazione di un terminal ferroviario rettilineo al servizio di PLT e Molo VIII. Come emerge chiaramente dalla Figura 19, la presenza di un terminal rettilineo invece che curvilineo è la principale e macroscopica differenza fra le due soluzioni ipotizzate.

Anche questa ipotesi presenta:

- una stazione pubblica passante con 10 binari di lunghezza maggiore uguale 750 m.
- Un pettine per il deposito delle locomotive elettriche, collocato sempre lato campo Marzio per agevolare la formazione dei treni in partenza;
- Alcuni binari tronchi per la sosta delle locomotive da manovra.

Diversi sono invece:

- L'asta di manovra che ora è collocata lato Aquilinia e si sviluppa a fianco dell'attuale linea alta fino all'imbocco della galleria sotto il Monte San Pantaleone;
- Il collegamento fra Trieste San Sabba e conseguentemente i raccordi Arvedi e Depositi Costieri con la rete ferroviaria nazionale (in particolare l'ultima revisione del progetto consente la creazione di treni di lunghezza adeguata senza interferire con i movimenti dell'asta di manovra e di far partire o arrivare treni direttamente utilizzando la linea alta esistente riducendo di molto i conflitti sul punto critico cercato in rosso nella figura);
- La configurazione della linea Aquilinia-Bivio Cantieri in questa soluzione è presente un breve tratto del raddoppio sul sedime della linea bassa nel tratto compreso fra l'attuale stazione di Servola e il nuovo ingresso alla nuova stazione di Servola. Questa soluzione consente di agevolare la circolazione dei treni da e per Aquilinia anche senza dover interessare la nuova stazione di Servola.



Figura 19 – Soluzione con asta di manovra lato Aquilinia

La Figura 20 riporta un ingrandimento della configurazione della radice scambi lato Campo Marzio e consente quindi di apprezzare meglio la dislocazione di deviatori e comunicazioni e quindi di comprendere le opportunità di movimento e le modalità di diramazione tra la linea alta e la nuova stazione di Servola, nonché la disposizione dei tronchini per la sosta delle locomotive elettriche.

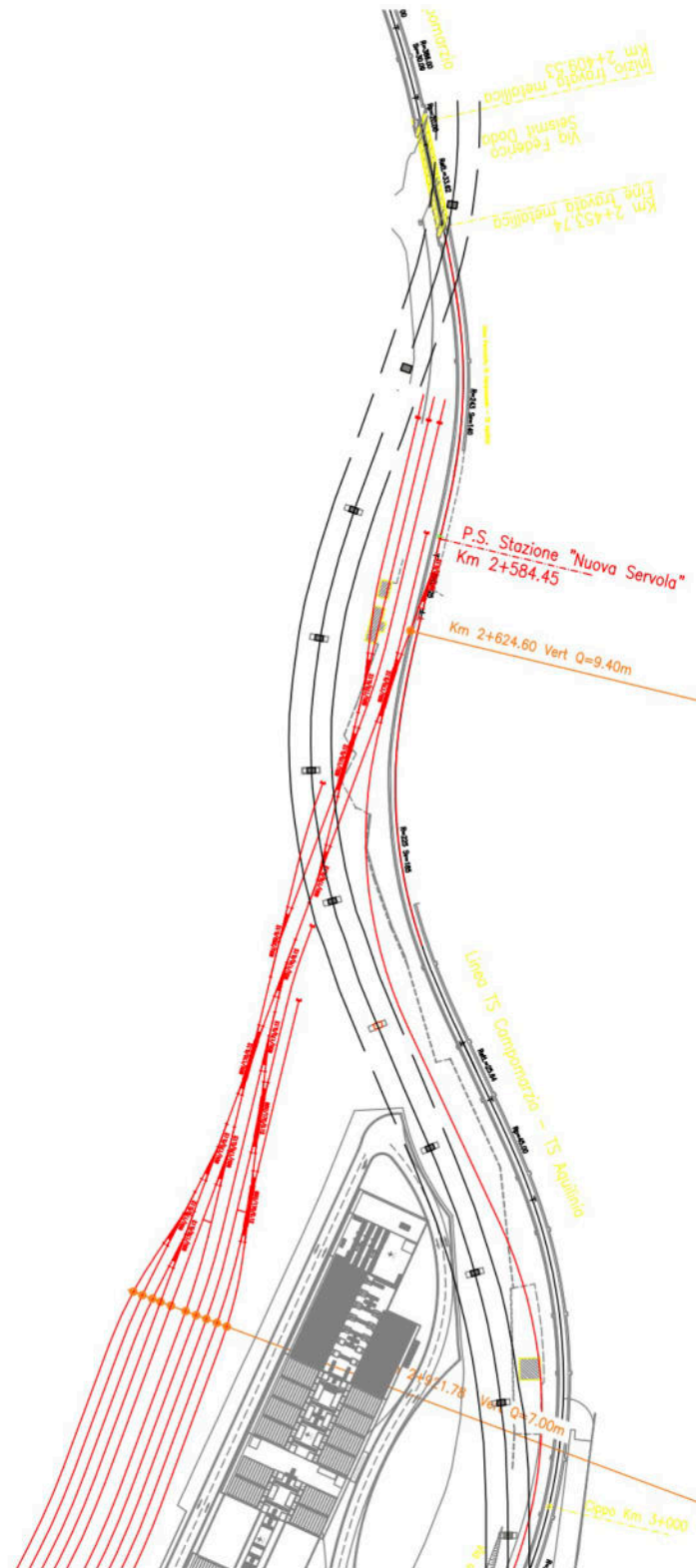


Figura 20 - Radice scambi lato Campo Marzio

La figura 21 mostra invece un ingrandimento della radice scambi lato Aquilinia da cui è possibile ricostruire i possibili movimenti di treni e tradotte sia da/per l'asta, sia da/per San Sabba, sia da/per Aquilinia e di comprendere quindi la delicatezza dello snodo che si viene a verificare in questa posizione del sistema.

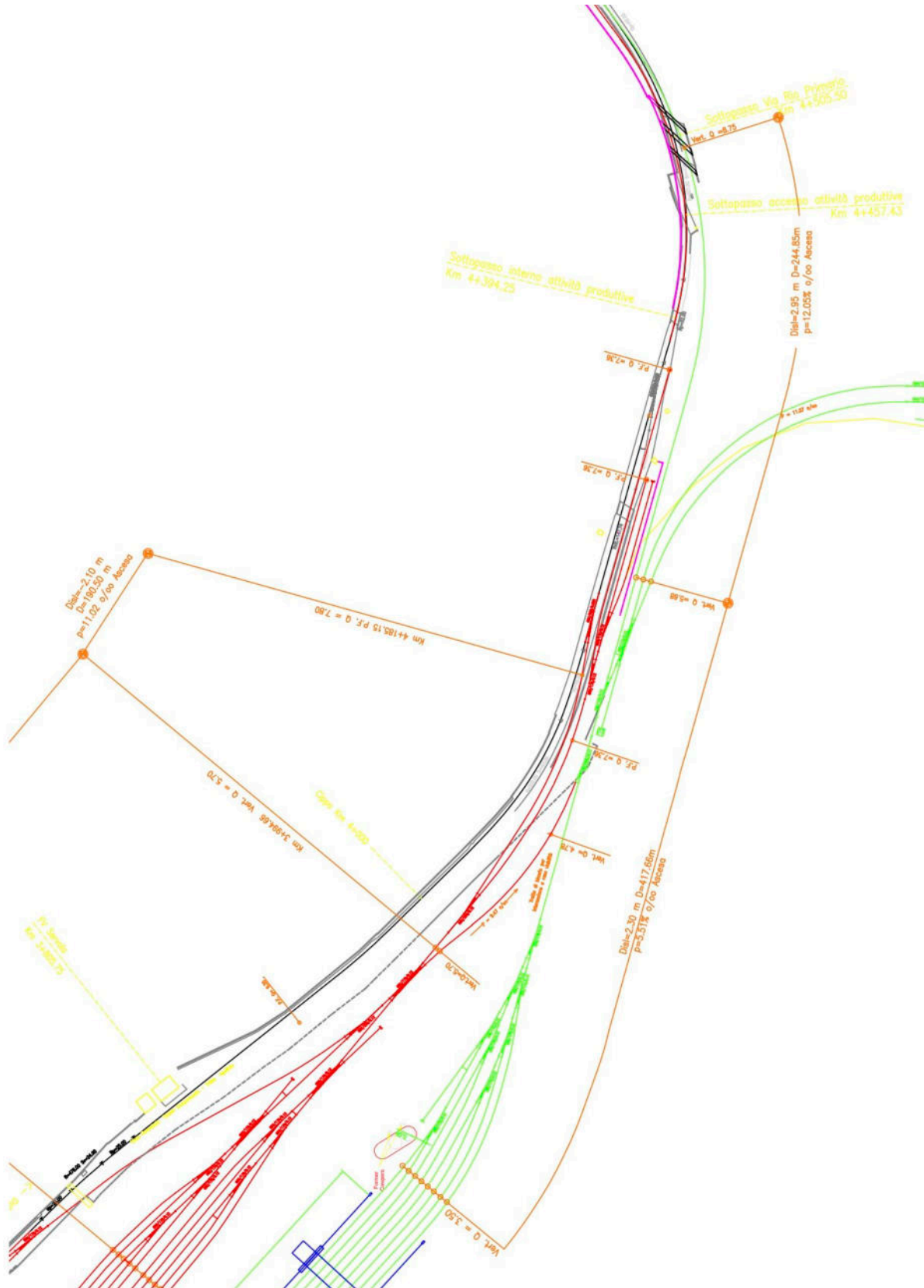


Figura 21 - Radice scambi lato Aquilinia

Con questa configurazione infrastrutturale sarà possibile realizzare un modello di esercizio semplice, del tutto analogo al precedente come di seguito descritto:

- Un treno in arrivo, che utilizza con trazione elettrica un itinerario centralizzato dalla linea di cintura attraverso il bivio San Giacomo e il bivio cantieri, viene ricevuto su idoneo binario della stazione di Servola;
- La locomotiva elettrica viene sganciata dalla testa del treno e, con movimento isolato ed interessando la radice scambi lato Aquilinia con manovra a V, si trasferisce al pettine di ricovero delle locomotive elettriche utilizzando un binario sgombero del fascio, parallelo al precedente;
- Una locomotiva da manovra viene agganciata alla testa del treno in arrivo e, previa predisposizione di opportuno instradamento, effettua il trasferimento dei carri dalla stazione al terminal con una ribattuta sull'asta (una manovra a V);
- Completato il movimento dei carri la locomotiva di manovra viene sganciata ricoverata in opportuni binari di stazionamento;
- Nel terminal hanno luogo le attività di scarico e carico dei carri al termine delle quali una locomotiva di manovra viene posta all'estremità della muta e successivamente, previa predisposizione di instradamento e sempre con la ribattuta sull'asta, avviene il movimento dei carri dal terminal alla stazione;
- La locomotiva di manovra viene sganciata e ricoverata in opportuni binari di stazionamento;
- Una locomotiva elettrica proveniente dal pettine di stazionamento viene collocata ed agganciata la testa del treno pronto per la partenza;
- Vengono effettuate tutte le attività di controllo compresa la prova freno e, all'apertura del segnale di partenza, il treno lascia la stazione utilizzando un itinerario centralizzato fino alla piena linea.

La configurazione dell'infrastruttura è stata studiata per consentire una certa indipendenza fra alcuni itinerari di arrivo partenza dei treni e alcuni istradamenti di manovra. A differenza del caso precedente, la particolare configurazione infrastrutturale della linea alta attuale modificata consente l'incrocio dei treni in circolazione fra la piena linea e Aquilinia senza interessare la stazione di Servola. Rimane naturalmente possibile un collegamento fra Servola e Aquilinia, ma questo itinerario non ha più la medesima importanza.

In questo scenario diventa invece delicato il potenziale conflitto tra i movimenti stazione di Servola-asta-terminal da un lato e stazione di San Sabba-linea dall'altro lato, che condividono una parte dell'infrastruttura. Con l'obiettivo di ridurre l'impatto di questo conflitto, è stata rivista la configurazione dei binari della stazione di San Sabba e dei relativi raccordi verso depositi costieri e Arvedi, al fine di consentire la creazione di treni di idonea lunghezza senza interferire con il punto critico e di consentire il movimento di tali treni comandati da idoneo segnale alto con velocità più elevate.

Anche in questo caso, la Figura 22 riporta uno spaccato del modello dell'infrastruttura che è stato realizzato in OpenTrack e che si riferisce a questa configurazione infrastrutturale.

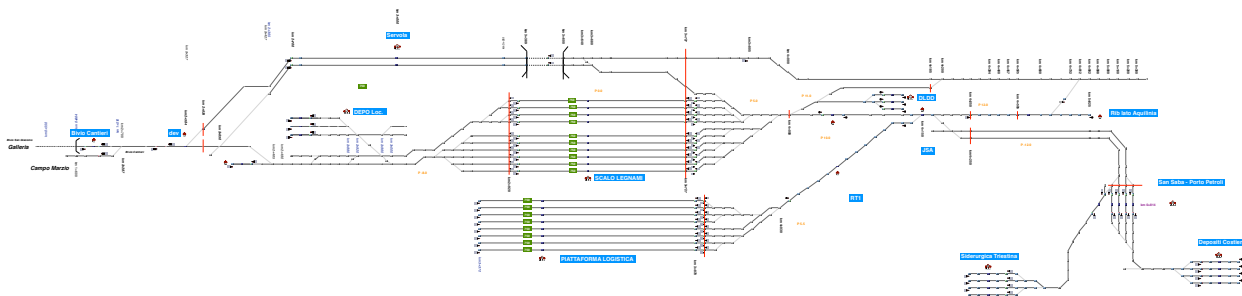


Figura 22 - Estratto dal modello di OpenTrack per la stazione di Servola

5. Simulazione

Entrambe le soluzioni progettuali sono state simulate utilizzando lo strumento software “OpenTrack”, con l’obiettivo di verificarne la funzionalità, e considerando una rete estesa fino al Bivio di Aurisina, la cui modellazione è contenuta nell’allegato B.

Di seguito sono sinteticamente richiamate le principali ipotesi di base sono state assunte per la creazione degli scenari di simulazione:

- Il modello dell’infrastruttura non si limita al nodo di Trieste, ma è stato esteso ad una porzione della rete regionale, per poter considerare esplicitamente i vincoli derivanti dalla presenza anche dei servizi passeggeri sulla tratta Trieste Centrale - Bivio di Aurisina - Monfalcone. La stima della capacità residua della rete e soprattutto la distribuzione all’interno della giornata delle tracce ancora disponibili costituisce infatti un primo elemento importante di valutazione e consente di poter valutare compiutamente anche il ruolo di buffer che potrà venire assegnato alle stazioni del nodo e a quella di Servola in particolare;
- Il breve tratto di linea tra Bivio San Giacomo e Bivio Cantieri è stato considerato in esercizio;
- Il numero, l’orario e le caratteristiche del materiale rotabile dei servizi passeggeri preesistenti sono stati desunti dalla documentazione ufficiale di RFI alla data del 2019;
- Sono state assunte come preesistenti anche tutte le tracce dei servizi merci per la stazione di Trieste Campo Marzio considerate alla medesima data;
- Tutti parametri di operatività del terminal di PLT e Molo VIII stati concordati con la committenza, in particolare per quanto riguarda tempo necessario per completare le operazioni di scarico e carico dei convogli, secondo i valori di cui alla Tabella 8;

Tabella 8 – Ipotesi di base concordate con i tecnici di HHLA-PLT
(da cui l'utilizzo di termini in inglese)

Grandezza	Valore	Unità di misura
max TEU/train	100	#
average TEU/train	82	#
Average Train Utilization	90	%
TEU Factor	1,65	
Peak Factor	1,1	
Shunting time for train arrival/departure, incl. checking pins, prepare for hdeparture etc.	1,5	h
Buffer time between unloading and loading operations (e.g. pin setting, taking out damaged railcars etc.)	30	min
Time for unloading 700m container train	4	h
Time for loading 700m container train	4	h
Total track occupation per train (not TRAIN PAIR;average)	5	h
Shunting locomotive connection	2	min
Train locomotive connection	2	min
Shunting locomotive disconnection	1	min
Train locomotive disconnection	1	min
Train control before departure	1-2	h
Shunting speed	4,5	m/s

- Il ciclo di una rotazione presso la stazione di Servola e relativo Terminal prevede di portare a compimento la seguente sequenza di attività, che riprendono naturalmente il modello di esercizio descritto in precedenza:
 - arrivo del treno dalla linea, sfruttando una traccia disponibile, lungo l'itinerario gallerie di cintura Bivio San Giacomo – Bivio Cantieri - Stazione di Servola;
 - Distacco della locomotiva elettrica che viene ricoverata nel pettine di parcheggio;
 - Movimento della locomotiva di manovra che viene attaccata ai carri;
 - Movimento di manovra fra la stazione di Servola, l'asta di manovra e il terminal;
 - Distacco della locomotiva di manovra che viene ricoverata nei tronchini ad esse dedicati
 - Operazioni di carico e scarico sotto le gru;
 - Richiamo della locomotiva di manovra e attacco della stessa ai carri;
 - Movimento di manovra dal terminal alla stazione di Servola con ribattuta sull'asta;
 - Distacco della locomotiva elettrica che viene ricoverata sui relativi tronchini;
 - Attacco della locomotiva elettrica in testa al treno in partenza;
 - Prova a freno e attesa della partenza capra luogo una delle possibili tracce disponibili in partenza lungo l'itinerario contrario a quello utilizzato in arrivo.
- Si è cercato di garantire la miglior presenza dei treni sotto le gru al fine di rendere il più efficiente possibile il funzionamento del terminal. A tal fine sono state selezionate opportunamente alcune tracce disponibili nel rispetto ovviamente della pianificazione dell'orario preesistente, in numero progressivamente crescente al variare degli scenari temporali, secondo una stima di evoluzione del traffico ricevuta da parte di HHLA. Al fine di consentire

la verifica dimensionale dello scenario di lungo termine (al 2060) in particolare il numero delle tracce che sono state considerate per il terminal di PLT e Molo VIII vale complessivamente 30 (15 rotazioni);

- Dopo aver inserito quindi tutte le tracce preesistenti e le 30 tracce aggiuntive previste al 2060 da PLT-Molo VIII, si è proseguito aggiungendo tutte le tracce future (al 2050) di pertinenza dei tre raccordi della stazione di Aquilinia, nel rispetto delle regole di circolazione dei brevi tratti a semplice binario che rimangono presenti nel nodo, nonché del Bivio San Giacomo;
- Da ultimo le rimanenti tracce aggiunte residue sulla rete principale sono state utilizzate per incrementare ulteriormente i treni da e per tutti i terminal presenti nel Punto Franco Nuovo.
- Il modello di esercizio risultante è descritto più nel dettaglio nel paragrafo seguente.

5.1 Modello di esercizio del nodo di Trieste

Il modello di esercizio per il nodo ferroviario di Trieste dovrà consentire di servire i flussi previsti per lo scenario di lungo termine (2050), in presenza di un assetto delle infrastrutture (in particolare delle stazioni) e del segnalamento adeguato.

Il punto di partenza dei ragionamenti è naturalmente costituito dal “funzionamento” del nodo nella situazione attuale, una cui rappresentazione grafica è proposta nella figura 23. In tale figura, le stazioni sono rappresentate mediante rettangoli bianchi, i treni ed i loro rispettivi itinerari nel nodo sono invece individuati mediante linee di diversi colori (come esplicitato nella legenda), il cui spessore rappresenta il volume corrispondente.

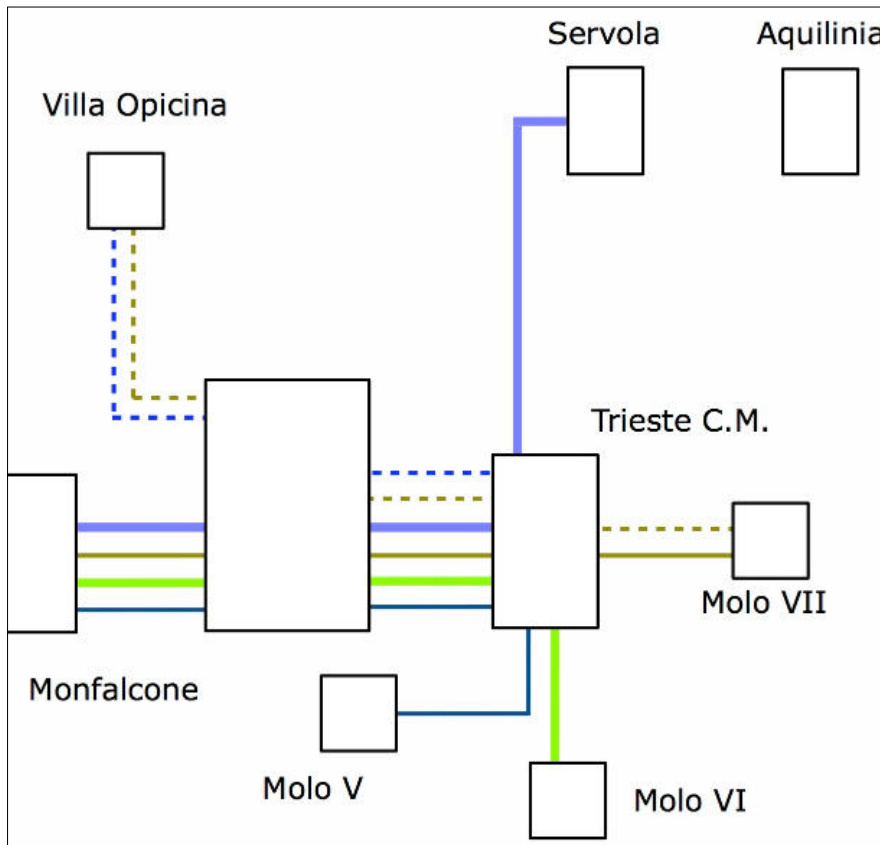
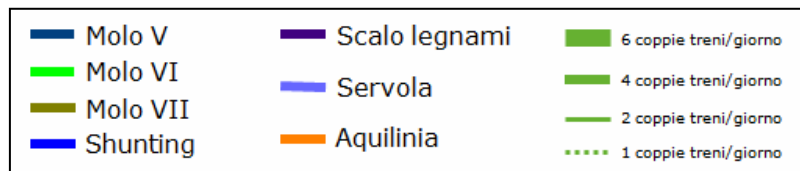


Figura 23 - Rappresentazione grafica del traffico ferroviario nello scenario attuale

Dal diagramma reticolare di figura 23 è possibile osservare, tra l'altro, in particolare due fenomeni:

- L'assenza di servizi nella tratta Servola – Aquilinia che infatti al momento è chiusa;
- I servizi da/per la zona industriale e in particolare la stazione di Servola, devono necessariamente ribattere attraverso la stazione di Trieste campo Marzio nei loro movimenti da/per la linea.

Tutti gli interventi infrastrutturali previsti nel nodo di Trieste nel lungo periodo permettono di modificare il “funzionamento” del nodo stesso come emerge dall'analisi della figura 24 nella quale è rappresentato il modello di esercizio del nodo di Trieste nello scenario al 2050.

- Arrivi e partenze di treni potranno avere luogo anche presso lo scalo di San Sabba, pure collegato con la piena linea attraverso la stazione di Servola;
- La nuova stazione pubblica di Servola sarà utilizzata prevalentemente per arrivo e partenza dei treni relativi a PLT-Molo VIII.

5.2 Risultati delle simulazioni

Le figure che seguono mostrano i risultati delle simulazioni su diverse porzioni della rete considerata. In particolare, nella Figura 25 è riportato un orario grafico riferito alla linea ferroviaria principale compresa fra Monfalcone – la galleria di cintura ed Aquilinia, nel quale con tracce di colore diverso sono rappresentate le diverse categorie di treni. Dall'analisi di questa figura è possibile osservare che tratto compreso il gruppo scambi Barcola e Monfalcone è interessato da un notevole volume di treni in larga parte passeggeri (colori blu, verde e rosso). Il numero di circolazioni diminuisce nella galleria di cintura (dove sono presenti solo servizi merci) ed è limitato ad alcune unità nella tratta terminale fino ad Aquilinia. Si può osservare inoltre che la distribuzione dei treni per categoria nelle diverse fasce orarie non è uniforme; infatti, non è difficile individuare alcune ore di punta dei quali nelle quali il numero dei treni merci è sostanzialmente inesistente a differenza di altre fasce orarie nelle quali i treni merci sono quelli prevalenti. Ci sono infine alcune ore di interruzione sia durante la notte sia nella seconda metà della mattinata. Questa distribuzione dei servizi rappresenta un elemento di sicuro interesse ai fini dello studio in oggetto in quanto appare fin da subito chiara la presenza di importanti vincoli di orario per l'arrivo della partenza dei treni merci.

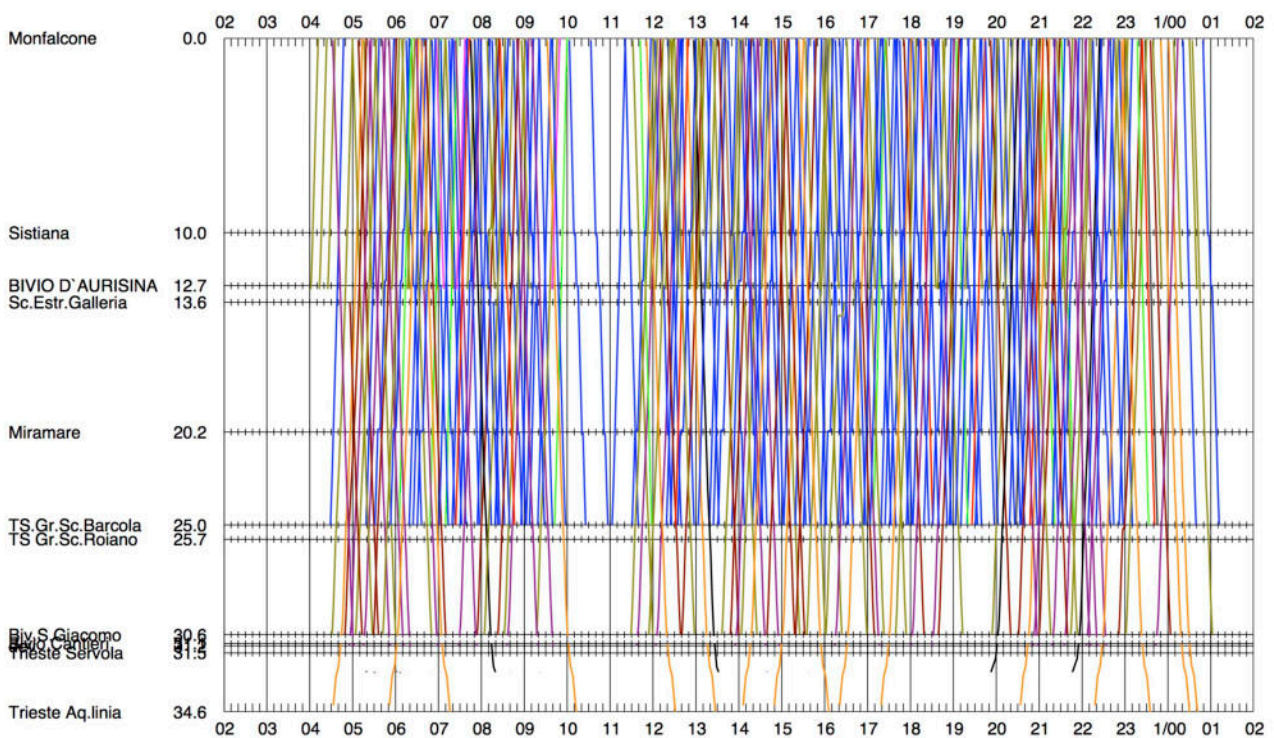


Figura 25 – Orario grafico sulla linea Monfalcone-Aquilinia

La figura 26 riporta il medesimo diagramma ma esteso solamente la fascia oraria compresa fra le 13 e le 15. Questo diverso “fattore di scala” consente di apprezzare meglio l’andamento della simulazione per le diverse categorie di treni e permette in particolare di osservare che l’orario pianificato viene di massima rispettato pur in presenza di un numero molto elevato di servizi.

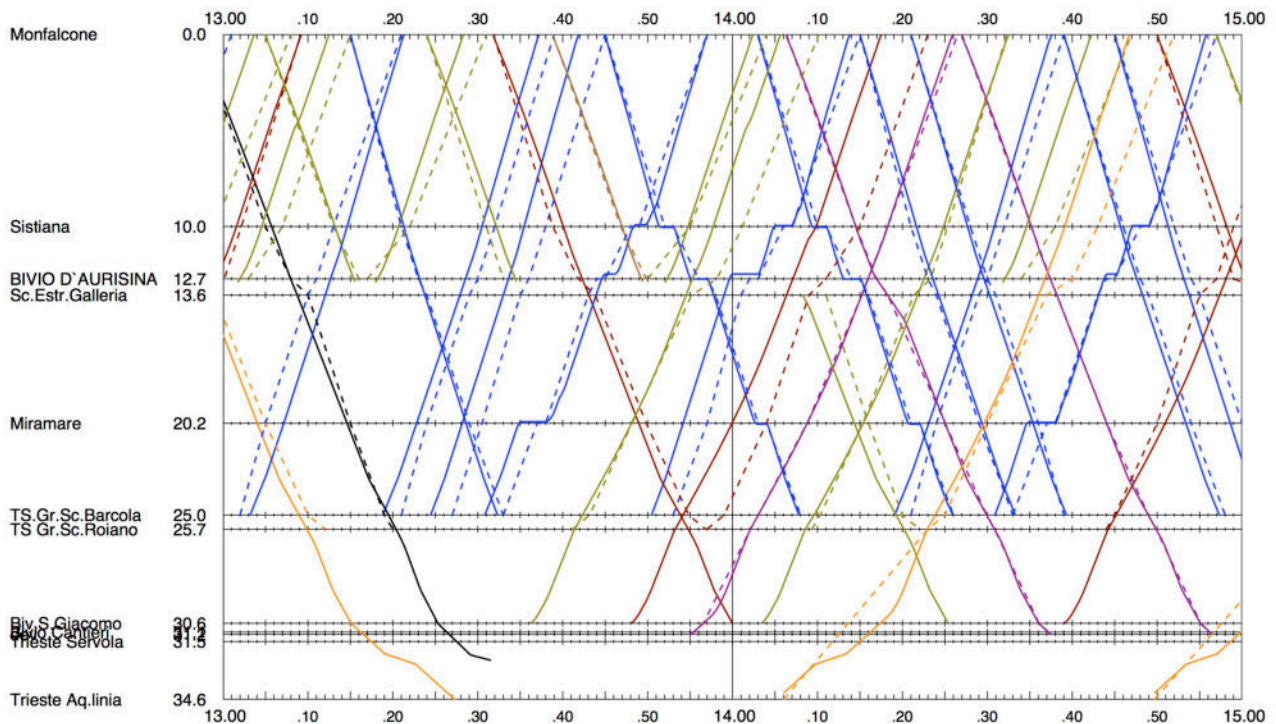


Figura 26 – Orario grafico (2h) Monfalcone-Aquilinea

La Figura 27 invece riporta un esempio di diagramma di occupazione dei binari della nuova stazione di Servola, nel quale ogni riga si riferisce ad un binario e i rettangoli colorati indicano l’intervallo di tempo occupato da un treno. In caso di eventuali treni in transito, si vedrebbe solamente un segno in corrispondenza dell’istante di passaggio del treno. Da tale figura si evince che in questa simulazione il numero dei binari necessari per i treni al servizio del terminal di PLT – Molo VIII ammonta a 6. Almeno ancora un binario deve essere lasciato libero per il movimento delle locomotive elettriche come descritto nel modello di esercizio. I rimanenti tre binari possono essere dedicati al servizio pubblico ad altri operatori. La decisione progettuale di realizzare una stazione da 10 binari appare corretta quanto meno se si fa riferimento allo scenario di lungo periodo.

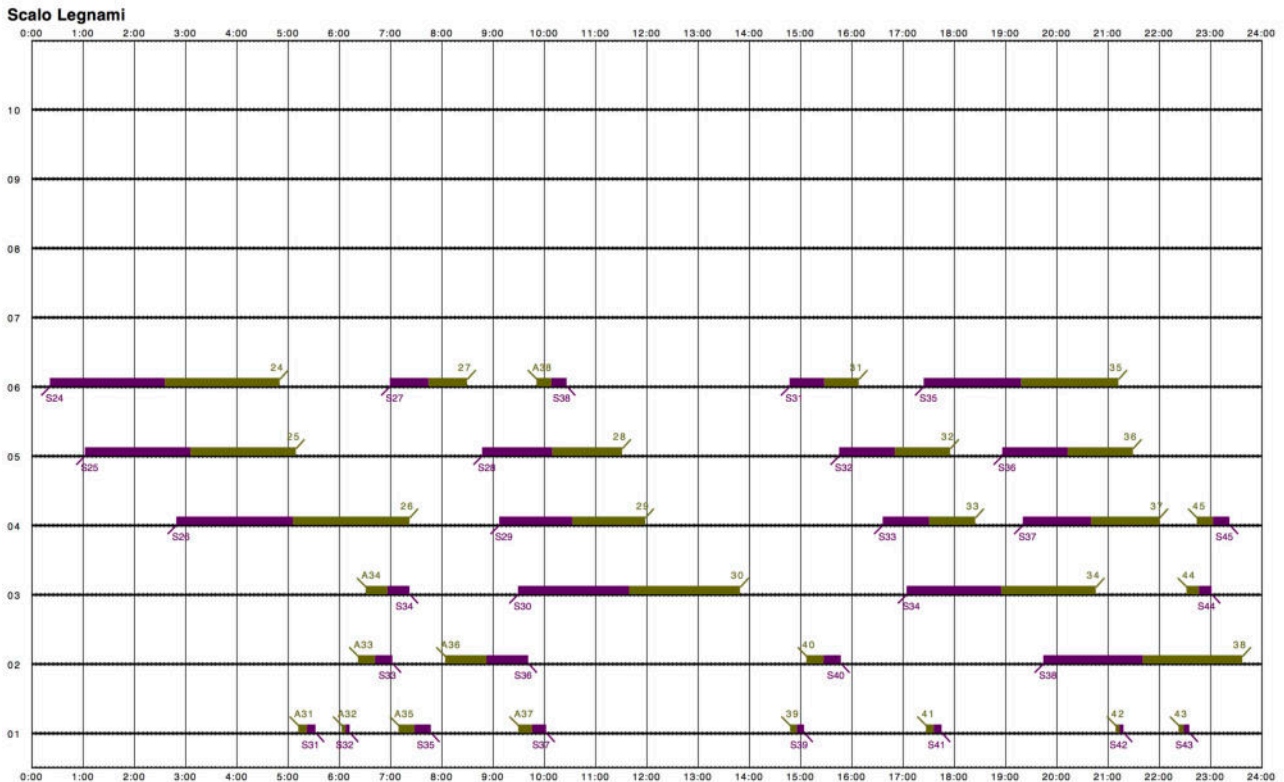


Figura 27 – Diagramma di occupazione dei binari della nuova stazione di Servola

La Figura 28 mostra invece il diagramma di occupazione dei binari sotto le gru nel terminal ferroviario di PLT-Molo VIII. La durata assunta per le operazioni di carico e scarico non consente di gestire più di due treni per binario al giorno e, come emerge dall'analisi di tale diagramma, i binari sono occupati in maniera ordinata e con continuità lungo le 24 ore. È infatti la stazione di Servola a svolgere le funzioni di buffer, cioè a consentire di sincronizzare due sistemi diversi, da un lato la linea con i suoi vincoli di orario di cui si è detto poco sopra e dall'altro lato il terminal con le sue esigenze di operatività continua nel tempo. È questa, infatti, la ragione per la quale la durata dell'occupazione dei treni sui binari di Servola appare così diversificata.

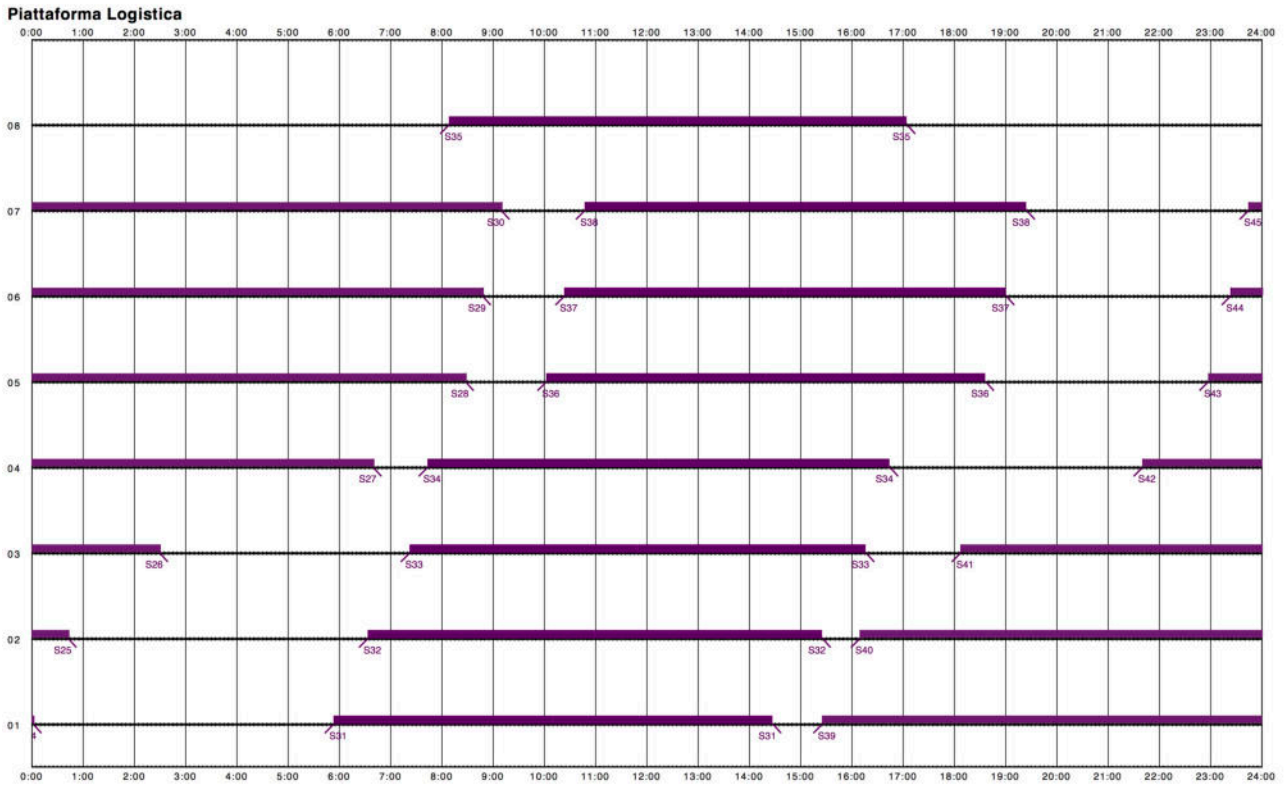


Figura 28 – Diagramma di occupazione dei binari del terminale ferroviario di PLT-Molo VIII

La Figura 29 mostra invece il diagramma di occupazione della stazione di Aquilinia, con l'utilizzo di tutti i 4 binari lunghi ivi presenti.

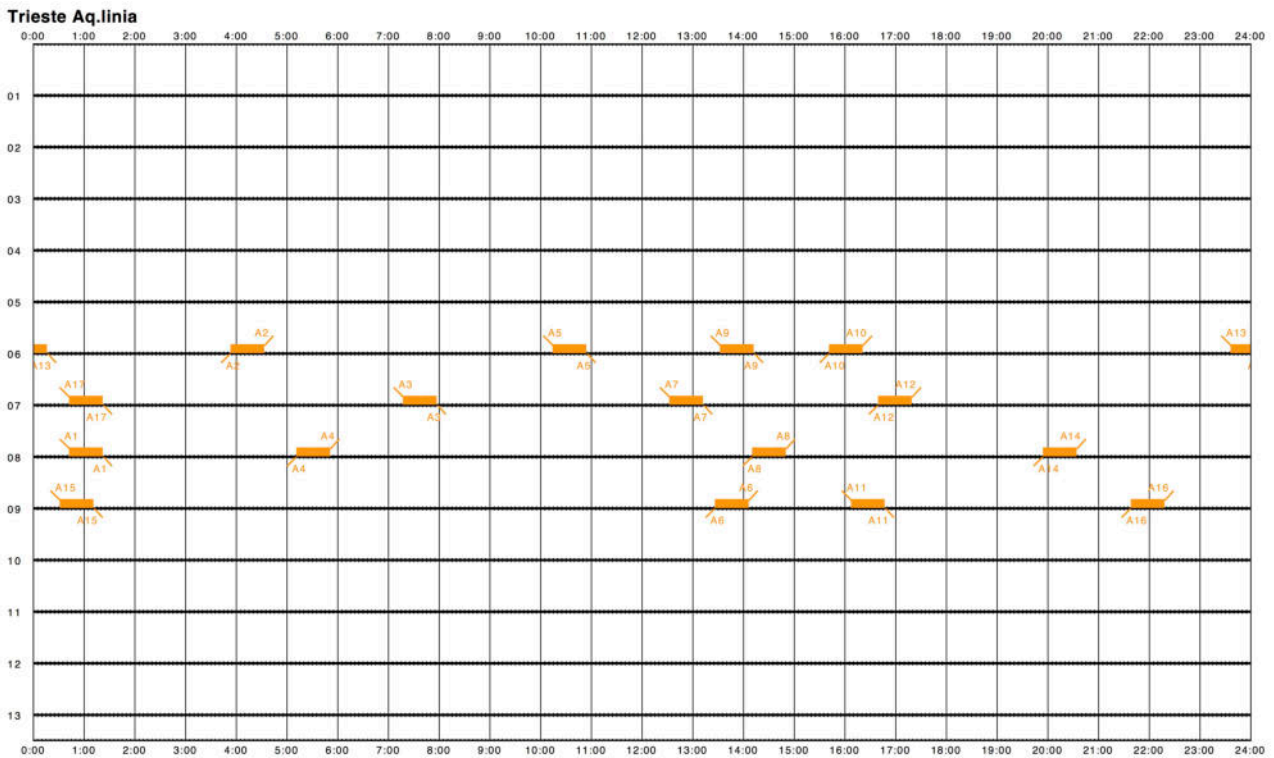


Figura 29 – Grafico di occupazione della stazione di Aquilinia.

Come detto in precedenza, le simulazioni sono state condotte per entrambi gli scenari infrastrutturali riferiti alla stazione di Servola e i risultati ottenuti sono sostanzialmente analoghi. In entrambi i casi infatti:

- Il numero di binari richieste nella stazione di Servola per gestire al meglio il terminal ammonta a 6/7, al variare delle ipotesi di selezione delle tracce residue disponibili;
- I rimanenti tre binari possono essere utilizzati sia per il movimento delle locomotive elettriche sia per eventuali convogli di pertinenza di Trieste San Sabba che non potessero essere inoltrati direttamente in linea;
- Circolazione dei treni da e per Aquilinia sulla linea alta può essere resa compatibile con quella dei treni al servizio della stazione di Servola, come emerge dall'analisi degli orari grafici che seguono.

Nelle figure che seguono sono riportati a titolo di esempio gli orari grafici riferiti a diverse sezioni del sistema. Si tratta di diagrammi spazio-tempo in cui ogni treno circolante sull'itinerario riportato in ordinata è rappresentato mediante una linea inclinata, il cui colore rappresenta le diverse tipologie di servizi.

Le prossime due figure si riferiscono al corridoio fra la galleria di cintura e la stazione di Aquilinia, rispettivamente sulle 24 ore o in una fascia oraria di due ore (13.00 – 15.00) presa titolo di esempio. Si osservano la progressiva diminuzione del numero dei servizi bivio dopo bivio in accordo con il modello di esercizio e il rispetto dei vincoli imposti alla circolazione dalle tratte a semplice binario.

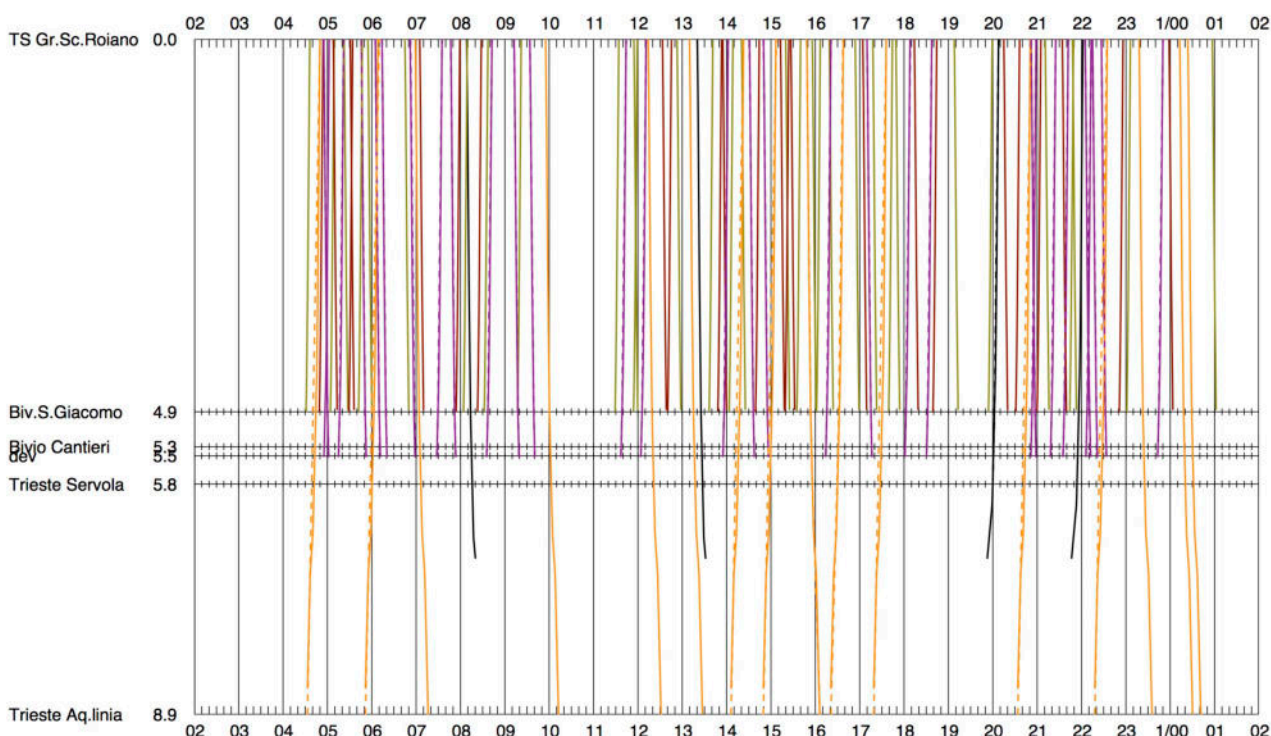


Figura 30 – Orario grafico (24h) Galleria di Cintura - Trieste Aquilinia

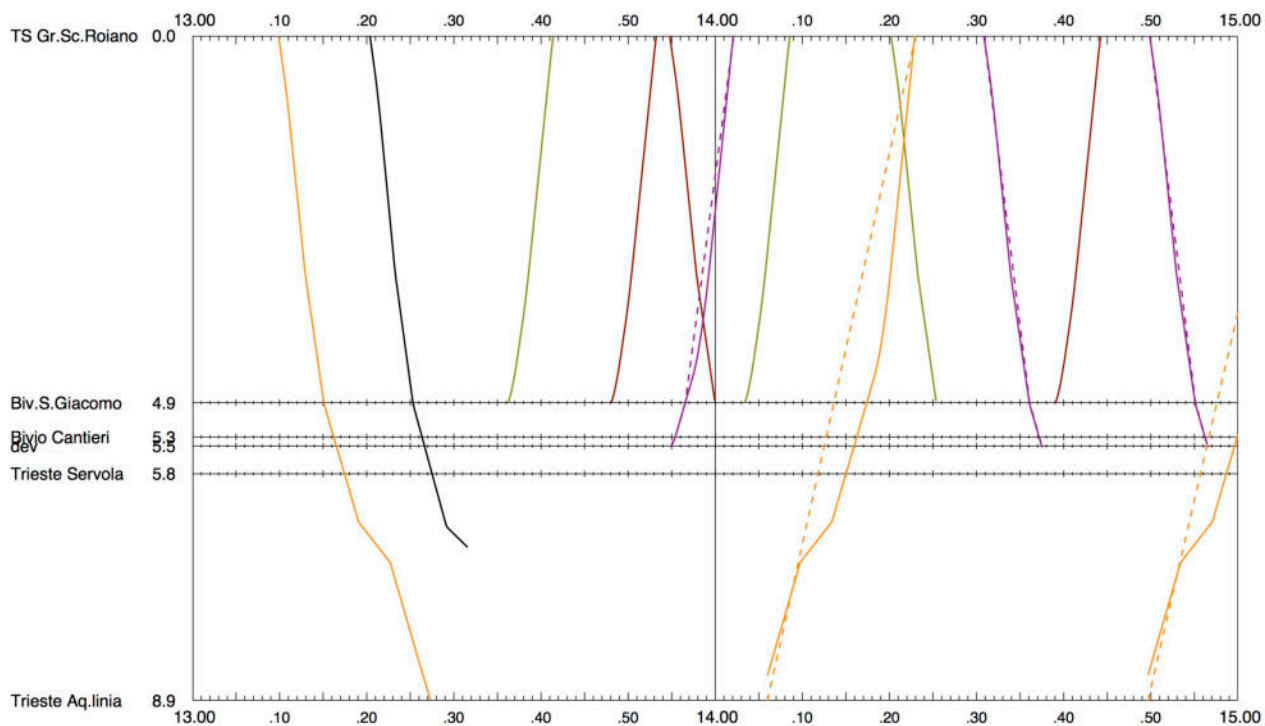


Figura 31 – Orario grafico (2h) Galleria di Cintura - Trieste Aquilinia

Le successive due figure invece consentono di apprezzare lo sviluppo dei servizi fino alla stazione di Trieste Campo Marzio.

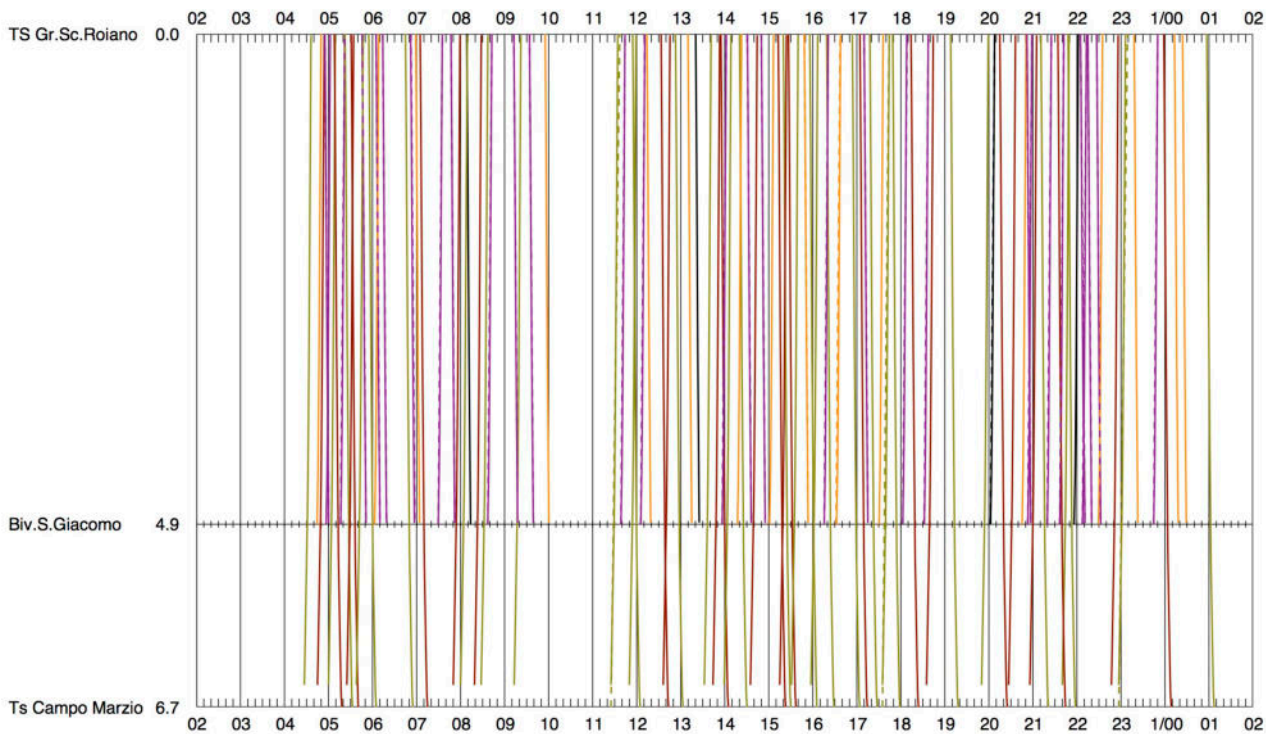


Figura 32 – Orario grafico (24h) Galleria di Cintura - Trieste Campo Marzio

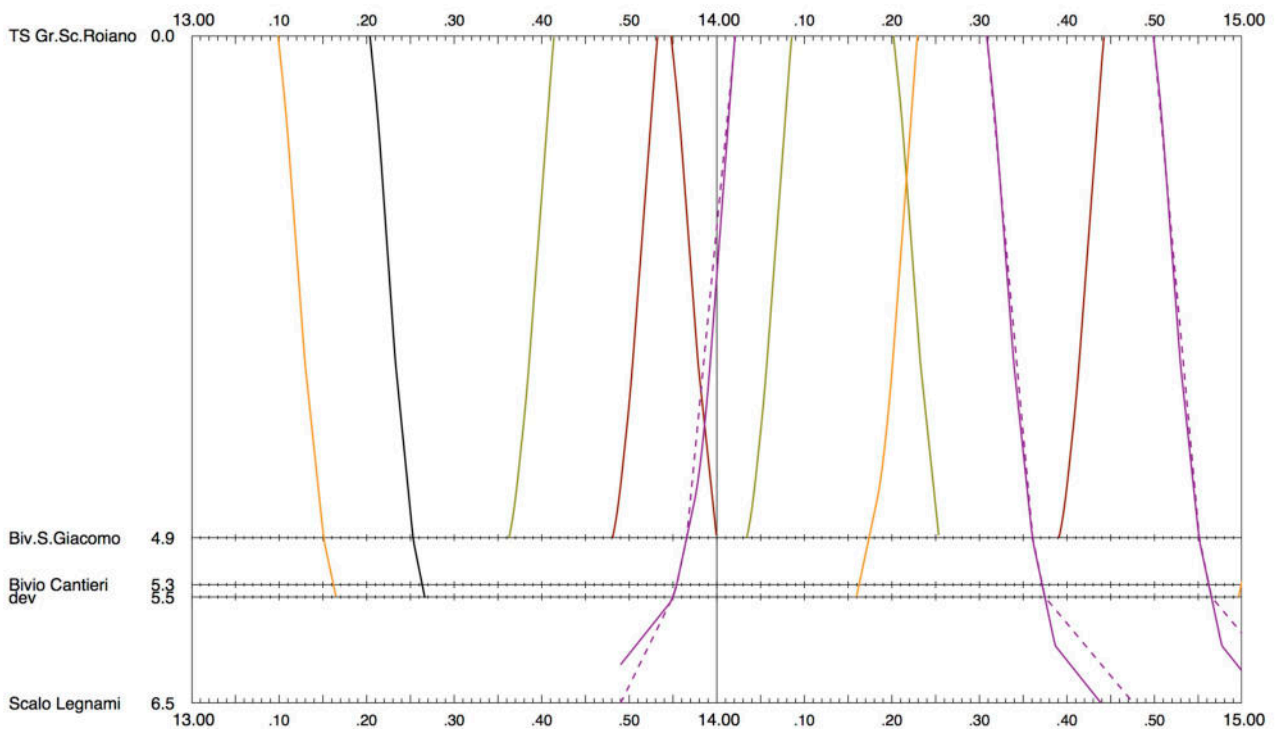


Figura 35 – Orario grafico (2h) Galleria di Cintura – Scalo Legnami (Nuova stazione di Servola)

5.3 Colli di bottiglia

La rete infrastrutturale considerata presenta alcuni colli di bottiglia, sia nel nodo di Trieste sia a livello territoriale più esteso che, come evidenziato dalle simulazioni, rappresentano i punti di criticità in cui per primi si potrebbe raggiungere una condizione di saturazione se i flussi dovessero ulteriormente aumentare. Essi sono i seguenti:

- Il Bivio San Giacomo e il semplice binario sulla tratta che collega Bivio San Giacomo al Bivio Cantieri (Figura 36);

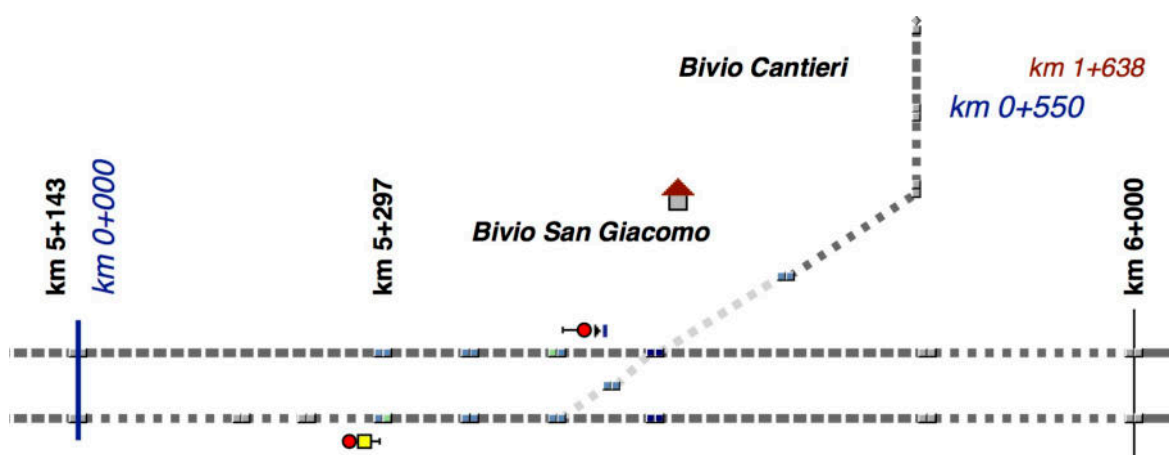


Figura 36 – Bivio San Giacomo e Semplice binario da/verso Bivio Cantieri

Il bivio San Giacomo rappresenta effettivamente lo snodo fra le due “anime” del nodo di Trieste (PFN e zona industriale), ciascuna delle quali sarà oggetto di importanti interventi di potenziamento tese ad aumentare la rispettiva potenzialità, ma i servizi ingresso in uscita dal

nodo non potranno fare altro che intersecarsi in corrispondenza di questo bivio che peraltro è collocato in galleria.

- La porzione di infrastruttura che vede intersezione fra i movimenti di manovra Servola – Terminal PLT-Molo VIII via asta e i movimenti dei treni da/per Trieste San Sabba nella configurazione con asta lato Aquilinia (Figura 37);

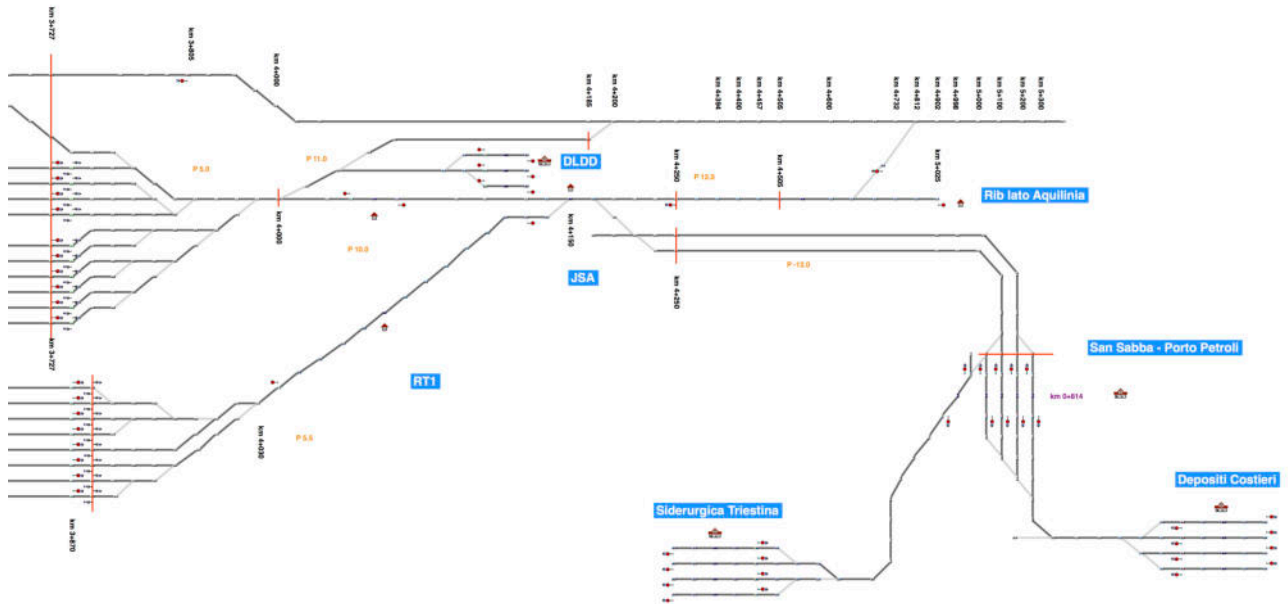


Figura 37 –Radice scambi della nuova stazione di Servola con asta lato Aquilinia

Con i volumi dei servizi riferiti alla stazione di San Sabba presi considerazione in questo studio il problema è largamente gestibile. Dovessero aumentare in modo significativo, potrà venir presa in considerazione un'ipotesi di collegamento fra la stazione di San Sabba e quella di Aquilinia con un nuovo tracciato da svilupparsi lato mare fino al raccordo Italcementi;

- Il Bivio di Aurisina, il bivio San Polo e la tratta compresa tra tali due località, la prima delle quali che mette in comunicazione a raso la linea Monfalcone – Trieste con quella internazionale da/per Villa Opicina e Confine di Stato (Figura 38) mentre la seconda permette la diramazione in direzione Venezia o Udine (Figura 39);

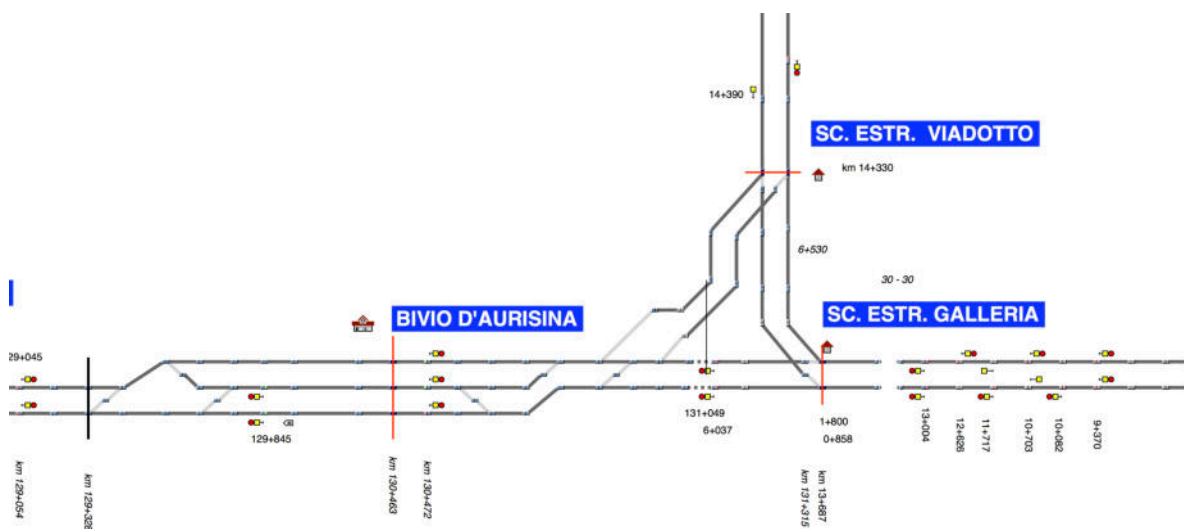


Figura 38 – Bivio di Aurisina

6. Conclusioni

Al termine di questo lavoro è possibile dunque osservare che è stata garantita nel lungo periodo la congruenza tra lo sviluppo delle infrastrutture del nodo (ferroviarie e portuali) e l'incremento dei flussi su ferro previsto al 2050.

Particolare attenzione andrà posta nel transitorio, che inevitabilmente vedrà, da un lato, la crescita della domanda di mobilità e, dall'altro, una possibile riduzione delle performance offerte dalla rete ferroviaria a causa dei lavori di potenziamento, le cui fasi realizzative andranno studiate con estrema attenzione, a partire da una programmazione dei potenziamenti di carattere tecnologico.

Eventuali ulteriori aumenti nel numero dei treni merci o passeggeri sulla linea che risale da Trieste potrebbero richiedere l'avvio della ricerca di nuove soluzioni per il collegamento della stessa città di Trieste con la rete Nazionale nella tratta Monfalcone – Aurisina - Villa Opicina.

7. Bibliografia e sitografia

Piano Regolatore Portuale del Porto di Trieste - Studi Specialistici (volume A), Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale

Fascicoli Circolazione Linee (FCL) - n. 61,63,64,67, Rete Ferroviaria Italiana (RFI)

PIR 2015 - Allegato 1 (Caratteristiche linee), Agg. Giugno 2014, Rete Ferroviaria Italiana (RFI)

<http://www.samer.com/>

<http://www.emterminals.com/>

<http://www.trieste-marine-terminal.com/>

<http://sinfomar.porto.trieste.it/> (Sinfomar - software marittimo)

Piano Regolatore Portuale del Porto di Trieste (Volume C - Aggiornamento Giugno 2014), Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale

Progetto di fattibilità tecnica ed economica - Lavori di realizzazione del nuovo layout del piano di armamento portuale (Relazione tecnica), Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale

Progetto REIF (Regional Infrastructure for Railway Freight Transport revitalised) - <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/REIF.html>

EC, (2015), “Study on the Analysis and Evolution of International and EU Shipping”, maritime-insight, Final report (disponibile a: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/maritime/studies/doc/2015-sept-study-internat-eu-shipping-final.pdf>)

OECD, (2014) Trade Patterns in the 2060 World Economy, Working Paper 38, Paris (disponibile a: <http://www.oecd.org/eco/workingpapers/JT03367521/Complete>)

OECD, (2018), “The long view: scenarios for the world economy to 2060”, Economic Policy Paper No. 22, Parigi, luglio (disponibile a: <https://www.improntaetica.org/wp-content/uploads/2018/09/rapporto-ocse.pdf>)

World Bank, (2015), “Global Economic Prospects”, Washington, DC: (disponibile a: https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/GEP/GEP2015a/pdfs/GEP15a_web_full.pdf)

WTO, (2018), “The future of world trade: How digital technologies are transforming global commerce”, World Trade Report 2018 (disponibile a: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/world_trade_report18_e_under_embargo.pdf)

EIU, (2015), “Long-term Macroeconomic Forecasts: Key Trends”, Special Report, Londra, New-York, Hong Kong e Ginevra (disponibile a: https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/Long-termMacroeconomicForecasts_KeyTrends.pdf)

Price-Waterhouse, (2011), “Future of world trade: Top 25 sea and air freight routes in 2030”, Londra (disponibile a: http://www.pwc.com/en_GR/gr/publications/assets/future-of-world-trade.pdf)

Roland Berger Institute – RBI, (2018), „Trend Compendium 2030 – Megatrend”, Francoforte, Germania (disponibile a: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf)

Quarati A., (2020), “Il 2019 dei porti italiani: resistono i container, boom delle crociere”, The Medi Telegraph - News dall'Italia e dal mondo, marzo, disponibile a: <https://www.themeditelegraph.com/it/transport/ports/2020/03/17/news/il-2019-dei-porti-italiani-resistono-i-container-boom-delle-crociere-analisi-1.38604072> 2/8

Confetra, (2018), “Il Mar Mediterraneo: Scenari geo strategici della portualità italiana nel quadrante Mediterraneo-Mar Nero”, (disponibile a: <https://www.confetra.com/wp-content/uploads/studio-il-mar-mediterraneo.pdf>)

EC, (2019), “Analysis of the potential of the development of rail container transport market in Poland”, Ufficio delle Pubblicazioni dell'Unione Europea, Lussemburgo (disponibile a: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/report_pl_rail_container_transport_en.pdf)

Allegato A - Fascicoli Circolazione Linee (FCL)






A.1 Fiancata principale Trieste C.M. - Trieste C.le

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
1	6	7,668		TRIESTE CAMPO MARZIO <i>(per Villa Opicina)</i>			(605-470)
		6,848	0,820	Cavalcavia			
		6,211	0,637	Sbocco galleria Campi Elisi			
		6,000	0,211	Cippo km 6,000			
		5,907	0,093	Imbocco galleria Circonvallazione			
		5,297	0,610	Segn. part. EST.	350		
		5,000	0,297	Cippo km 5,000			
		3,940	1,060		P348		
		2,580	1,360		P346		
		1,290	1,290	Segn. prot. EST. Trieste C.le			
6	0	0,739	0,551	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI ROIANO			
		0,000					
		0,739	0,739	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI GRETTA <i>(da Bivio d'Aurisina)</i>			
		1,424					
		1,000	0,424	Cippo km 1,000			
1	0	0,000	1,000	TRIESTE CENTRALE			(415-190)
		0,190	0,549	Segn. part. Trieste C.le	344		
		0,000	0,190	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI BARCOLA <i>(per Bivio d'Aurisina)</i>			
15	14	2,269					

A.2 Fiancata di linea Trieste C.M. - Trieste C.le

Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRETTA				Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRAMATA		Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h BIN.DX DIRAM.		Grado di frenatura	Velocità max km/h BIN.DX DIRETTA				Grado di frenatura
	A	B	C	P		A	B			A	B		A	B	C	P	
I	30	30	—	—				7,66	TRIESTE C. MARZIO				30	30	—	—	I
	60	60	—	—					Cippo km 6,000				60	60	—	—	
	85	95	—	—					Cippo km 5,000				85	95	—	—	
III	60	75	—	—	VI	60	60	0,73	TS C.LE GR. SC. ROIANO	60	60	VI	60	75	—	—	III
								0,00									
I ₄		80	80					0,00	TRIESTE C.LE								I ₄
								2,26	TS C.LE GR. SC. BARCOLA								

A.3 Fiancata principale Trieste C.le - Trieste C.M.

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
1	0	2,618	0,349	Segn. prot. EST. Trieste C.le <i>(da Bivio d'Aurisina)</i>	345	 (a)	
		2,269 0,000		TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI BARCOLA <i>(per Trieste C.le)</i>		(b)	
15	14	0,000		TRIESTE CENTRALE	345	(c)  	(415-190)
19	12	1,000	1,000	Cippo km 1,000			
		1,424 0,739	0,424	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI GRETTA <i>(per Bivio d'Aurisina)</i>		(c)	
		0,631	0,108	Imbocco galleria Circonvallazione			
1	0	0,000	0,631	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI ROIANO			
		0,739	0,739				
		1,605	0,866		P347		
		3,595	1,990		P349		
		4,000	0,405	Cippo km 4,000			
2	1	4,810	0,810	Segn. prot. EST. Trieste Campo Marzio		(d)	
		6,000	1,190	Cippo km 6,000			
1	0	6,211	0,211	Imbocco galleria Campi Elisi <i>(da Villa Opicina)</i>			
		7,668	1,457	TRIESTE CAMPO MARZIO		(d)  	(605-470)




A.4 Fiancata di linea Trieste C.le - Trieste C.M.

Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRETTA				Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRAMATA		Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h BIN.DX DIRAM.		Grado di frenatura	Velocità max km/h BIN.DX DIRETTA				Grado di frenatura
	A	B	C	P		A	B			A	B		A	B	C	P	
IV	60	75	80	80									60	75	80	80	IV
III			-	-				2,26 0,00	TS C.LE GR. SC. BARCOLA								III
					I ₆	30 60	30 60	0,00	TRIESTE C.LE Cippo km 1,000	30 60	30 60	I ₆					
								1,42 0,73	TS C.LE GR. SC. GRETTA								
I	85	95	-	-				0,00 0,73	TS C.LE GR. SC. ROIANO				85	95	-	-	I
	60	60	-	-					Cippo km 4,000				60	60	-	-	
	30	30	-	-					Cippo km 6,000				30	30	-	-	
								7,66	TRIESTE C. MARZIO								

A.5 Fiancata principale Trieste C.M. - Trieste Aquilinia

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
1	6	0,000		TRIESTE CAMPO MARZIO <i>(per Villa Opicina)</i>		● 3 (1) □	(625-205)
	4	0,820 2,097	0,820 1,277	Cavalcavia/Dev. U. Smistamento Segn. part. EST.			
		3,796	1,699	Trieste Servola		⊗ (2)	
0	4,354	0,558	0,558	Trieste Servola deviatoio uscita			
		6,071	1,717	Trieste Aquilinia		⊗ (2)	


A.6 Fiancata di linea Trieste C.M. - Trieste Aquilinia

Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRETTA		Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO
	A	B		
I _a	30	30	 0,00 <u>TRIESTE C. MARZIO</u>	
I			 3,79 Trieste Servola	
			 6,07 Trieste Aquilinia	

A.7 Fiancata principale Trieste Aquilinia - Trieste C.M.

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
2	5	6,071		Trieste Aquilinia		⊗	
1	3	4,354	1,717	Dev. I. Trieste Servola			
		3,796	0,558	Trieste Servola		⊗ (1)	
0		2,446	1,350	Segn. prot. EST. Trieste Campo Marzio		(2)	
		0,820	1,626	Cavalcavia/Dev. I. Smistamento			
		0,000	0,820	<u>TRIESTE CAMPO MARZIO</u>		● (2) □	(625-205)

A.8 Fiancata di linea Trieste Aquilinia - Trieste C.M.

Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRETTA		Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO
	A	B		
I	30	30	 6,07 Trieste Aquilinia 3,79 Trieste Servola 0,00 <u>TRIESTE C. MARZIO</u>	





A.9 Fiancata principale Trieste C.le - Latisana L.b.

Linea Portogruaro C. - Trieste C.le tratto Latisana L.B. - Trieste C.le

BINARIO DI SINISTRA


Trazione elettrica a corrente continua. Esercizio con Dirigente Centrale (Sede Ve.Mestre).

Tratto Ronchi dei Legionari Sud - Bivio d'Aurisina: Esercizio con DCO (Sede Monfalcone) e apparato computerizzato multistazione (ACCM). Impianti attrezzati secondo specifiche SCC.

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITA' DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari		
13	12	126,043	0,843		P327				
		127,513	1,470		P329				
	10	127,730	0,217	<i>Sistiana Visogliano</i>					
		129,328	1,598	Dev. I.					
	6	130,463	1,135	BIVIO D'AURISINA <i>(per Villa Opicina)</i>	331	 [2] (a)	1 (623)		
		131,315 13,687	0,852	BIVIO D'AURISINA SCAMBIO ESTREMO GALLERIA					
	1	0	12,626	1,061		P333			
			10,703	1,923		P335			
			9,370	1,333		P337			
			7,890	1,480		P339			
			7,033	0,857	<i>Miramare</i>				
			5,900	1,133		P341			
			4,000	1,900	Cippo km 4,000				
			3,998	0,002		P343			
			2,618	1,380	Segn. prot. EST. Trieste C.le			[2] (b)	
			2,269	0,349	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI BARCOLA <i>(per Trieste Campo Marzio)</i> <i>(da Trieste Campo Marzio)</i>				
			1,424	0,845	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI GRETTA				
			1,000	0,424	Cippo km 1,000				
			0,000	1,000	TRIESTE CENTRALE			 (b)  	(447-273)

A.10 Fiancata di linea Trieste C.le - Latisana L.b.

Linea Portogruaro C. - Trieste C.le tratto Latisana L.B. - Trieste C.le

Grado di frenatura	Velocità max km/h				Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h B. ILLEGALE/DESTRA				Grado di frenatura
	A	B	C	P			A	B	C	P	
Ia	80	85	90	90		73,28 Latisana L.B. Cippo km 75,000	80	85	90	90	Ia
	140	150	150	150		80,59 <i>Palazzolo d. S.</i>	140	150	150	150	
						84,64 <i>Muzzana d. T.</i>					
						90,96 S. Giorgio di N.					
						96,60 TORVISCOSA					
						101,33 CERVIGNANO A.G.					
						Cippo km 107,000	100	105	110	125	
						Cippo km 109,000	140	150	150	150	
						112,82 <i>Trieste Airport</i> Cippo km 113,000	100	105	110	125	
		100	105	110		125					
I4					114,08 RONCHI DEI L. SUD					I4	
					116,26 MONF.DEV.S.POLO	85	85	85	85		
					117,74 MONFALCONE						
		95	100	105	120	Cippo km 120,000	95	100	105		120
		100	105	110	125	Imbocco galleria km 122,039	100	105	110		125
IV					127,73 <i>Sistiana V.</i> Dev. I.	85	90	95	100	IV	
		85	90	95	100	130,46 BIVIO D'AURISINA					
					131,31 B.D'A. SC. ESTR. GALLERIA 13,68						
					7,03 <i>Miramare</i>						
		60	75	80	80	Cippo km 4,000	60	75	80		80
						2,26 TS C.LE GR. SC. BARCOLA					
						1,42 TS C.LE GR. SC. GRETTA					
	30	30	30	30	Cippo km 1,000	30	30	30	30		
					0,00 TRIESTE C.LE						

A.11 Fiancata principale Latisana L.b. - Trieste C.le

Linea Portogruaro C. - Trieste C.le tratto Latisana L.B. - Trieste C.le BINARIO DI SINISTRA

Trazione elettrica a corrente continua. Esercizio con Dirigente Centrale (Sede Ve.Mestre).

Tratto Bivio d'Aurisina - Ronchi dei Legionari Sud: Esercizio con DCO (Sede Monfalcone) e apparato computerizzato multistazione (ACCM). Impianti attrezzati secondo specifiche SCC.

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITA' DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
15	14	0,000		TRIESTE CENTRALE		(a)	(415-190)
		1,000	1,000	Cippo km 1,000			
		1,424	0,424	TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI GRETTA			
		2,051	0,627	Segn. part. EST.	344		
		2,269	0,218	(da Trieste Campo Marzio) TRIESTE C.LE GRUPPO SCAMBI BARCOLA			
		3,726	1,457		P342		
		4,000	0,274	Cippo km 4,000			
		5,430	1,430		P340		
		6,911	1,481		P338		
		7,033	0,122	<i>Miramare</i>			
		8,492	1,459		P336		
		10,082	1,590		P334		
		11,717	1,635		P332		
		13,004	1,287	Segn. prot. EST. Bivio D'Aurisina			1 (b)
		1	0	13,687 131,315	0,683	BIVIO D'AURISINA SCAMBIO ESTREMO GALLERIA <i>(per Villa Opicina)</i> <i>(da Villa Opicina)</i>	
130,463	0,852			BIVIO D'AURISINA	330	(b)	1 (613)
129,328	1,135			Dev. U.			
128,184	1,144				P328		
127,730	0,454			<i>Sistiana Visogliano</i>			
126,808	0,922				P326		

(a) La stazione di Trieste C.le è dotata di segnalamento plurimo di partenza costituito da tre segnali.

(b) La stazione di Bivio d'Aurisina è dotata di segnalamento plurimo di protezione costituito da due segnali. Il segnale di protezione esterno comanda l'ingresso in stazione ed è anche segnale di blocco per la destinazione Villa Opicina.

A.12 Fiancata di linea Latisana L.b. - Trieste C.le

Linea Portogruaro C. - Trieste C.le tratto Latisana L.B. - Trieste C.le


Grado di frenatura	Velocità max km/h				Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h B. ILLEGALE/DESTRA				Grado di frenatura
	A	B	C	P			A	B	C	P	
Ia	80	85	90	90		73,28 Latisana L.B. Cippo km 75,000	80	85	90	90	Ia
	140	150	150	150		80,59 <i>Palazzo d. S.</i>	140	150	150	150	
						84,64 <i>Muzzana d. T.</i>					
						90,96 S. Giorgio di N.					
						96,60 TORVISCOSA					
						101,33 CERVIGNANO A.G.					
						Cippo km 107,000	100	105	110	125	
						Cippo km 109,000	140	150	150	150	
						112,82 <i>Trieste Airport</i> Cippo km 113,000	100	105	110	125	
		100	105	110		125	114,08 RONCHI DEI L. SUD				
I4	95	100	105	120	116,26 MONF.DEV.S.POLO	85	85	85	85	I4	
	100	105	110	125	117,74 MONFALCONE Cippo km 120,000	95	100	105	120		
					Imbocco galleria km 122,039	100	105	110	125		
	85	90	95	100	127,73 <i>Sistiana V.</i> Dev. I.	85	90	95	100		
IV					130,46 BIVIO D'AURISINA					IV	
					131,31 B.D'A. SC. ESTR. GALLERIA 13,68						
					7,03 <i>Miramare</i> Cippo km 4,000	60	75	80	80		
					2,26 TS C.LE GR. SC. BARCOLA						
					1,42 TS C.LE GR. SC. GRETTA						
		30	30	30	30	Cippo km 1,000	30	30	30		30
					0,00 TRIESTE C.LE						

Grado di frenatura	Velocità max km/h				Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h B. ILLEGALE/DESTRA				Grado di frenatura
	A	B	C	P			A	B	C	P	
I _a	30	30	30	30	0,00	TRIESTE C.LE	30	30	30	30	I _a
	60	75	80	80		Cippo km 1,000	60	75	80	80	
IV					1,42	TS C.LE GR. SC. GRETTA					
					2,26	TS C.LE GR. SC. BARCOLA					
IV	85	90	95	100	7,03	Miramare					IV
	100	105	110	125		13,68 131,31					
I					130,46	BIVIO D'AURISINA					
					127,73	Sistiana V.					
I _a	95	100	105	120	117,74	Imbocco galleria km 121,592	95	100	105	120	I
	100	105	110	125		Segn. Prot. Km 119,090	85	85	85	85	
I _a					116,26	MONFALCONE					
					114,08	RONCHI DEI L. SUD					
I _a	140	150	150	150	101,33	Cippo km 113,000	140	150	150	150	I _a
	100	105	110	125		112,82	Trieste Airport				
I _a	140	150	150	150	96,60	Cippo km 109,000					
	80	85	90	90		101,33					
I _a					90,96	TORVISCOSA					
					80	85					
I _a					84,64	S. Giorgio di N.					
					80	85					
I _a					80,59	Palazzolo d. S.					
					80	85					
I _a					73,28	Cippo km 75,000	80	85	90	90	I _a
					73,28	Latisana L.B.					

A.13 Fiancata principale Udine - Trieste C.le

Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRETTA				Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h B. ILLEGALE/DESTRA				Grado di frenatura
	A	B	C	P			A	B	C	P	
I	80	90	95	-	0,00	UDINE	80				I
					1,67	UDINE PARCO					
	130	140	140	-		Cippo km 2,000	90				
					3,88	UD P.DEV. PRADAMANO					
					8,67	<i>Buttrio</i>					
I _a					13,14	<i>Manzano</i>					I _a
					15,33	S. Giovanni al N.					
					20,78	Cormons					
					25,65	<i>Capriva</i>					
					28,00	<i>Mossa</i>					
	100	110	110	-		Cippo Km 30,000					
II	80	80	80	-		Cippo Km 32,000	80				II
					32,86	GORIZIA C.LE					
	100	105	110	-		Cippo km 35,000	90				
					46,00	<i>Sagrado</i>					
					48,19	Redipuglia					
					51,23	RONCHI DEI LEG. NORD	100	105	110	-	

A.14 Fiancata di linea Udine - Trieste C.le

Grado di frenatura	Velocità max km/h				Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO	Velocità max km/h B. ILLEGALE/DESTRA				Grado di frenatura
	A	B	C	P			A	B	C	P	
I _a	100	105	110	—		53,67 116,26 MONF.DEV.S.POLO	100	105	110	—	I _a
				125			85	85	85	85	
I ₄	95	100	105	120	117,74 MONFALCONE						I ₄
	100	105	110	125	Cippo km 120,000 Imbocco galleria km 122,039	95	100	105	120	120	
IV	85	90	95	100	127,73 <i>Sistiana V.</i>						IV
					Dev. I.	85	90	95	100		
IV					130,46 BIVIO D'AURISINA						IV
					131,31 13,68 B.D'A. SC. ESTR. GALLERIA						
IV					7,03 <i>Miramare</i>						IV
	60	75	80	80	Cippo km 4,000	60	75	80	80		
IV					2,26 TS C.LE GR. SC. BARCOLA						IV
					1,42 TS C.LE GR. SC. GRETTA						
IV					Cippo km 1,000						IV
	30	30	30	30	0,00 TRIESTE C.LE	30	30	30	30		

A.15 Fiancata principale Trieste C.M. - Villa Opicina

Linea Trieste C. Marzio - Villa Opicina

Trazione elettrica a corrente continua. Esercizio con Dirigente Centrale (Sede Ve.Mestre).

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
1 25	0 10 25	0,799		TRIESTE CAMPO MARZIO <i>(per Trieste C.le)</i>	1		Vari (580-445)
		1,536	0,737	Cabina A.C.E.I.			
		1,600	0,064	Cavalcavia			
		1,622	0,022	Dev. U.			
		4,701	3,079	Portali TE di linea		(b)	
		15,695	10,994	<i>(da Bivio d'Aurisina)</i> VILLA OPICINA <i>(per Sežana)</i>			Vari (750-316)

(a) La stazione di Trieste Campo Marzio è dotata di segnalamento plurimo di partenza costituito da due segnali. Il segnale di partenza interno è unico per la destinazione Villa Opicina.

(b) La progressiva chilometrica è riferita al I portale TE di linea. La distanza tra il I e il II portale è di metri 135.

A.16 Fiancata di linea Trieste C.M. - Villa Opicina

Linea Trieste C. Marzio - Villa Opicina

Grado di frenatura	Velocità max km/h DIRETTA		Progr. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO
	A	B		
IIIg	30	30		0,79 <u>TRIESTE CAMPO MARZIO</u>
	60	70		1,53 Cabina A.C.E.I Dev. U.
	50			15,69 <u>VILLA OPICINA</u>

A.17 Fiancata principale Villa Opicina - Confine di stato

Tratto Villa Opicina - Confine di Stato

Esercizio con regolamento S.Ž.

Grado di prestazione	Ascesa ‰	Progressive chilometriche	Distanze parziali	LOCALITÀ DI SERVIZIO	Posti di blocco	INDICAZIONI DI SERVIZIO E PROTEZIONE PL	Numero e capacità binari
10	10	15,695		(da Trieste C.le)(da Trieste Campo Marzio) <u>VILLA OPICINA</u>			(775-341)
		19,466	3,771	Confine di Stato <i>(per Stanjel)</i>			

(a) Sul tratto Villa Opicina - Confine di Stato blocco telefonico come da regolamento S.Ž.

(b) Fine SCMT ai segnali di partenza lato Confine di Stato.

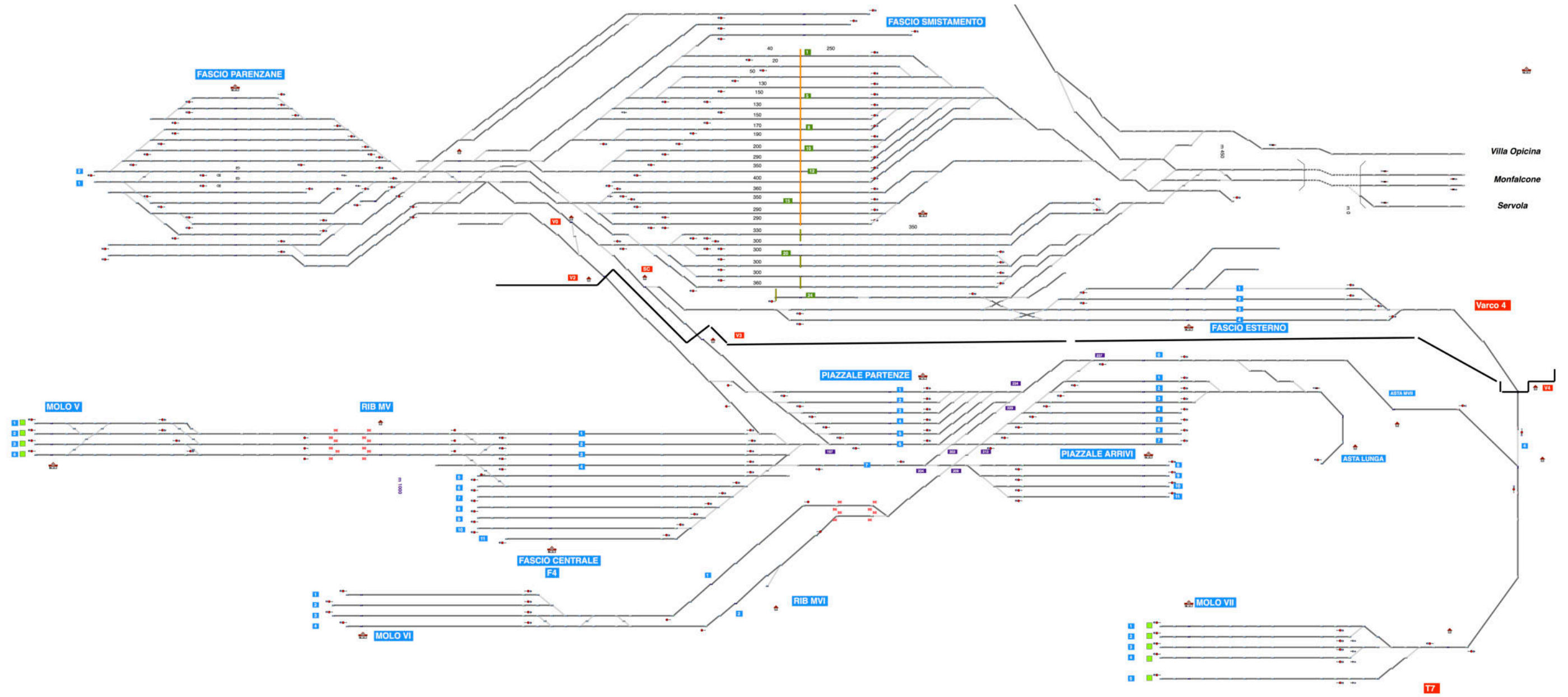
A.18 Fiancata di linea Villa Opicina - Confine di stato

Tratto Villa Opicina - Confine di Stato

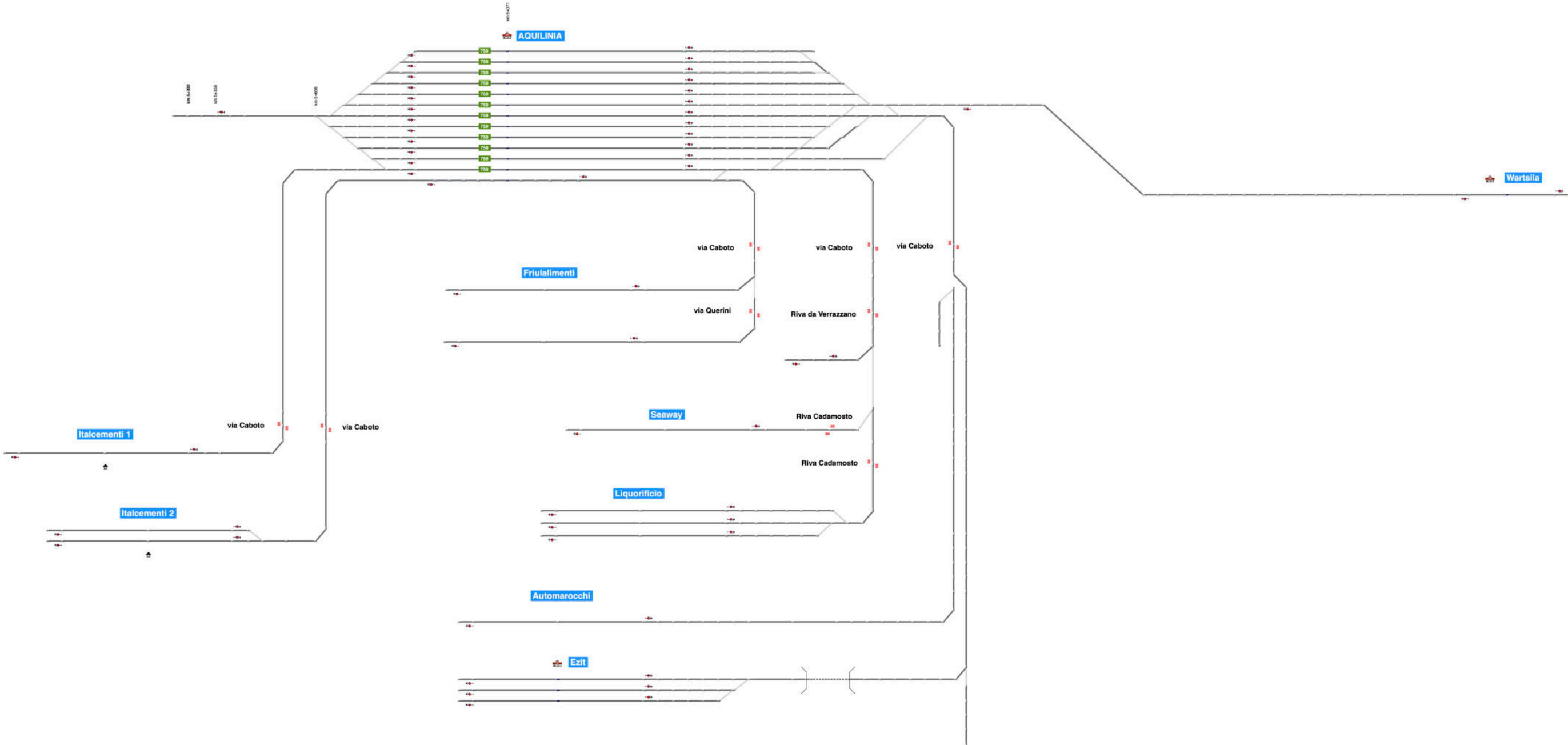
Grado di frenatura	Velocità max km/h		Prog. chilom.	LOCALITA' DI SERVIZIO
	A	B		
I ₃	10	10	 15,69 <u>VILLA OPICINA</u> 19,46 Confine di Stato	

Allegato B - Modelli infrastrutturali

B.1 Stazione di Trieste Campo Marzio



B.2 Stazione di Aquilinia



B.3 Nodo Trieste

