

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J84C19000370009

## U.O. PROGETTAZIONE FUNZIONALE ED ESERCIZIO

### PROGETTO DEFINITIVO

### LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA

### NODO DI BRESCIA POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA

### RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I N 1 M 1 0 D 1 6 R G E S 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	A. Dicembre <i>A. Vitelli</i>	Novembre 2021	<i>A. Vitelli</i>	Novembre 2021	L. Barchi <i>L. Barchi</i>	Novembre 2021	<i>P. Rivoli</i> Novembre 2021 <i>P. Rivoli</i>

File: IN1M10D16RGES0001001A.doc

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	4
3	ACRONIMI .....	5
4	DOCUMENTI TECNICI E NORMATIVI DI RIFERIMENTO.....	7
5	INTRODUZIONE .....	8
6	CONFIGURAZIONE ATTUALE .....	8
7	CONFIGURAZIONE DI PROGETTO.....	12
	7.1 FUNZIONAMENTO DEL TERMINAL TERALP.....	16
	7.2 GESTIONI DEI MOVIMENTI IN INGRESSO/USCITA DAL TERMINAL TERALP.....	17
8	MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE .....	19
9	MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO.....	23
10	ANALISI DELLA CAPACITA' DELL'IMPIANTO .....	25
	10.1 VERIFICA DI CAPACITÀ DEL PUNTO SINGOLARE LATO MILANO .....	25
	10.2 VERIFICA DI CAPACITÀ DEI BINARI DELLO SCALO.....	27
	10.2.1. VERIFICA DI CAPACITÀ DEI BINARI DEL FASCIO ARRIVI/PARTENZE (COMPETENZA RFI).....	28
11	CONCLUSIONI .....	29

## 1 PREMESSA

L'attivazione della tratta AV/AC Milano – Brescia del 2016 ha consentito di liberare la capacità sulla linea storica Milano-Venezia anche per traffici merci da/per Milano. L'incremento di traffico futuro sull'asse ferroviario Torino-Venezia richiede, tra gli altri, l'intervento di potenziamento dello Scalo di Brescia.



*Figura 1 - Inquadramento area progetto - Brescia Scalo*

Il presente documento ha lo scopo di illustrare il Progetto di Definitivo del Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia, che riguarda la realizzazione del nuovo PRG di scalo per adeguarlo alle nuove esigenze di traffico merci e dotarlo di un'asta di manovra da 750 m lato Milano, che permetterà l'instradamento dei treni verso Verona.

In tale scenario si inserisce il progetto in parola che deve compatibilizzare l'impianto attuale di Brescia (attivazione di fase 4) alle esigenze del futuro terminal intermodale di competenza di TerAlp, il quale sarà realizzato a sud dello scalo e comunicherà con il fascio merci dello scalo di Brescia.

Il Terminal intermodale di TerAlp non è oggetto del presente progetto.

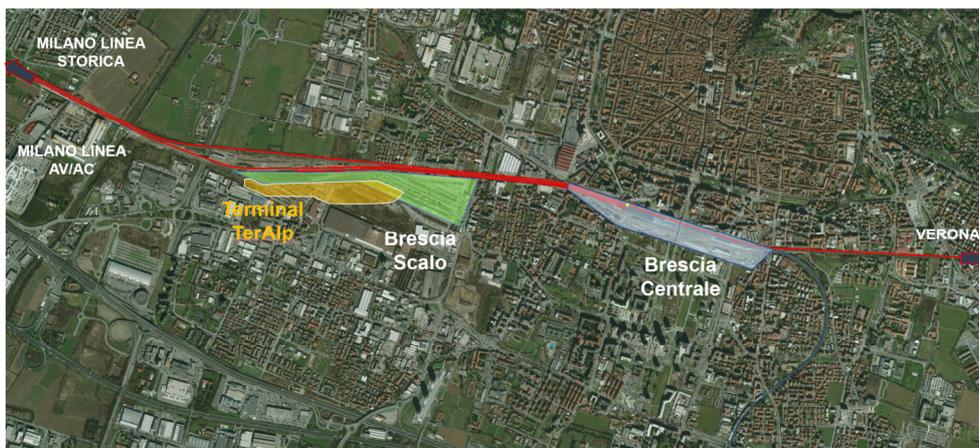


Figura 2 - Inquadramento area progetto e terminal TerAlp - Brescia Scalo

L'opera relativa al Potenziamento Infrastrutturale dello Scalo di Brescia prevede i seguenti interventi:

- prolungamento a modulo 750 m dei binari I e II FM (cd. Fase 0), in aree ferroviarie;
- realizzazione dell'accesso al terminale Teralp, in aree ferroviarie;
- realizzazione di un'asta di manovra di lunghezza 750 m lato Milano, in aree non di proprietà delle ferrovie;
- sistemazione a PRG dei binari da III a X FM che avranno modulo compreso tra 465 m e 600 m, in aree ferroviarie;
- realizzazione di 3 nuovi binari di modulo superiore a 750 m (binari XI, XII e XIII FM), in aree ferroviarie.

Sono inclusi nel presente progetto anche i seguenti ulteriori interventi, i quali non sono localizzati nell'area del PRG di Brescia Scalo:

- realizzazione dell'indipendenza tra il binario pari LS e il binario di accumulo a servizio del fascio di manutenzione (cd. FSA);
- realizzazione dell'adeguamento dell'intero ACC (Fascio Viaggiatori e Fascio Merci) con centralizzazione e attrezzaggio con segnali alti di fasci attualmente non attrezzati in Brescia Centrale (ved. Relazione Generale Segnalamento per dettagli fasci attrezzati).

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di fornire:

- il quadro funzionale ed infrastrutturale della configurazione di riferimento e della configurazione futura;
- il quadro dei modelli di esercizio attuale e di progetto.

Resta inteso che, in fase di progettazione successiva, potranno essere apportate delle ottimizzazioni previste in progetto definitivo.

### 3 ACRONIMI

Nel seguito alcuni acronimi che potrebbero essere utilizzati all'interno dell'elaborato progettuale:

- ACEI           Apparato Centrale Elettronico ad Itinerari
- ACC           Apparato Centrale a Calcolatore
- ACCM         Apparato Centrale a Calcolatore Multistazione
- AC/AV         Alta Capacità/Alta Velocità
- BA            Blocco Automatico
- BAcc         Blocco Automatico a correnti codificate
- BAcf         Blocco Automatico a correnti fisse
- BAB         Blocco Automatico Banalizzato
- Bca          Blocco conta assi
- BcaM         Blocco conta assi Multistazione
- BD          Binario Dispari
- BP          Binario Pari
- BOE         Bonifica Ordigni Esplosivi
- CdB         Circuito di Binario
- CTC         Controllo Traffico Centralizzato
- DCF         Dispositivo Contatto Fungo
- DCO         Dirigente Centrale Operativo
- DD         Linea Direttissima
- DM         Dirigente Movimento
- DMO         Dirigente Movimento Operativo (di ACCM)
- DO         Dirigente Centrale Operativo
- DOTE        Dirigente Operativo Trazione Elettrica
- DTP         Direzione Territoriale Produzione
- eRSC        RSC con emulazione
- ERTMS       European Railway Traffic Management System
- ECTS        European Train Control System
- FL         Fiancata di Linea
- FL/FCL      Fascicolo di Linea/ Fascicolo Circolazione Linee
- FP         Fiancata Principale
- FV         Fabbricato Viaggiatori
- FO         Fibre Ottiche
- FT         Fabbricato Tecnologico
- GSM-R      Global System of Mobile Communications - Railway
- IaP         Informazioni al Pubblico
- ICE         Interruzione Continuativa dell'Esercizio
- IO         Intervallo d'Orario
- IPC         Istruzioni per la Protezione dei Cantieri
- IPO         Interruzioni Programmate in Orario
- IS         Impianti Sicurezza e Segnalamento
- LFM        Luce e Forza Motrice
- LS         Linea Storica
- LL         Linea Lenta
- OO.CC.     Opere Civili
- PBA         Posto di Blocco Automatico

- PC Posto di Comunicazione
- PCS Posto Centrale Comando/Controllo
- PGOS Prefazione Generale all'Orario di Servizio
- PGSEF Programma Generale delle Soggezioni all'Esercizio Ferroviario
- PIC Piattaforma Integrata Circolazione di RFI
- PIR Prospetto Informativo Rete di RFI
- PL Programma Lavori
- PRG Piano Regolatore Generale
- PM Posto di Movimento
- PS Piano Schematico
- P/D Pari/Dispari
- PP Posto Periferico generico dell'ACCM – Può essere ulteriormente classificato in PPM, PP/ACC o PP/ACEI
- PP/ACC ACCM - Posto periferico ACC costituito da un ACC interfacciato direttamente al PCM
- PP/ACEI ACCM - Posto periferico ACEI
- PP/SPP Posto Periferico Stazione Porta Permanente
- PPM ACCM - Posto periferico Multistazione
- PPT Posto Periferico Tecnologico – Garitta tecnologica deputata a contenere le apparecchiature elettroniche d'interfacciamento con gli enti di linea
- PRG Piano Regolatore Generale
- RCT Regolamento Circolazione Treni
- RFI Rete Ferroviaria Italiana
- RS Regolamento sui Segnali
- RSC Ripetizione Segnali Continua/ in Cabina
- RTB Rilevamento Temperatura Boccole
- SCC Sistema Comando e Controllo
- SCC/M Sistema Comando e Controllo in presenza di ACC Multistazione
- SCMT Sistema di Controllo Marcia Treni
- SSC Sistema di Supporto alla Condotta
- TE Trazione Elettrica
- TLC Telecomunicazioni

Per quello che riguarda la tipologia di traffico ferroviario sono riportati alcuni acronimi di norma utilizzati:

- CP Corsetta Personale
- DIR Diretto
- EXP Espresso
- EC Eurocity
- EN Euronotte
- EUC Europ Unit Cargo
- ES\* Eurostar Italia
- IC Intercity
- IR Interregionale
- INV Invio Materiale Viaggiatori
- LIS Locomotiva Isolata
- LP Lunga Percorrenza
- MI Merci Interzona

- MRI Merci Rapidi Internazionali
- MRV Merci Rapidi Vuoti
- MRS Merci Rapido Speciale
- MT Merci Terminali
- MET Metropolitano
- NCL Non Classificato
- REG Regionale
- STM Servizio Treni Militari
- TRA Tradotta
- TC Treni Combinati
- TCS Treni Combinati Speciali
- TEC Treni Europei Combinati
- TME Treni Merci Espressi

#### **4 DOCUMENTI TECNICI E NORMATIVI DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta un elenco (non esaustivo) dei principali documenti sui quali è stata sviluppata la presente relazione:

- Rif. [1] Parte Generale FCL n.21 (Compartimento di Milano);
- Rif. [2] Fascicolo di Linea n.29;
- Rif. [3] PIR, Prospetto Informativo della Rete 2020;
- Rif. [4] PIC, Piattaforma Integrata di Circolazione;
- Rif. [5] D.P.R. n° 753 “Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell’esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto (G.U n° 49 del 3/4/1980)”, emesso in data 11/07/1980;
- Rif. [6] Disposizione 19 del 26/11/2013 “Norme concernenti i regimi di esecuzione dei lavori all’infrastruttura ferroviaria e delle attività di vigilanza e di controllo della stessa”;
- Rif. [7] Decreto Legislativo 14 maggio 2019, n. 50, attuazione della direttiva 2016/798 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell’11 maggio 2016, sulla sicurezza delle ferrovie
- Rif. [8] Prefazione Generale all’Orario di servizio (Edizione in vigore alla data del presente documento);
- Rif. [9] SIA-026/IBS-D00B: Relazione espositiva del concetto di esercizio e funzionalità del terminal;
- Rif. [10] RFI – Potenziamento infrastrutturale dello Scalo di Brescia - Informativa per il Comitato Valutazione Investimenti;
- Rif. [11] RFI – Programma di Esercizio PRG Brescia FM, rev.B, giugno 2021;
- Rif. [12] RFI – Modello di Esercizio, NPP 0377 – Potenziamento infrastrutturale dello Scalo di Brescia-Trasmissione degli input di competenza per l’avvio della Progettazione Definitiva, giugno 2021;

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	COMMESSA IN1M	LOTTO 10	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES 00 01 001	REV. A	FOGLIO 8 di 29

Rif. [13] Progetto della Cantierizzazione IN1M-11-R-53-PH-CA0000-001-A.

## 5 INTRODUZIONE

Lo Scalo di Brescia oggi si configura come il Fascio Merci della Stazione di Brescia Est, interessata da lavori di potenziamento infrastrutturale e tecnologico finalizzati al completamento della penetrazione urbana della Linea AV/AC Milano – Brescia all'interno della Stazione di Brescia.

L'attivazione della tratta AV/AC Milano – Brescia ha consentito di liberare la capacità sulla linea storica Milano-Venezia anche per traffici merci da/per Milano. L'incremento di traffico futuro sull'asse ferroviario Torino-Venezia, anche a fronte di altri interventi di potenziamento infrastrutturale e tecnologico in atto, pone come prioritario l'intervento di potenziamento dello Scalo di Brescia, il quale risulta essere oggi non più adeguato alle richieste del mercato, in continua evoluzione.

Nella stessa area è in progettazione un nuovo terminale intermodale, la cui realizzazione rende necessario incrementare la capacità dello scalo stesso in modo tale da poter garantire la coesistenza dei traffici attuali con quelli indotti, secondo un nuovo modello di esercizio.

La realizzazione degli interventi proposti avverrà a seguito del completamento della penetrazione urbana della linea AV/AC Milano – Brescia e garantirà l'esecuzione dei lavori di costruzione del nuovo terminale nelle more del completamento di tutti gli interventi, garantendo al contempo l'esecuzione delle operazioni che attualmente si svolgono nell'impianto di Brescia Scalo.

## 6 CONFIGURAZIONE ATTUALE

Nella figura seguente viene riportato l'inquadramento del nodo di Brescia, che risulta essere costituito da:

- stazione viaggiatori di Brescia (in bianco);
- impianto di Brescia Est, contenente al suo interno:
  - lo scalo merci denominato Brescia Est – Fascio Merci (al cui interno si inseriscono le attività di progettazione oggetto della presente relazione, in rosso);
  - la stazione viaggiatori di Brescia Est – Piazzale Sud (in arancione).



*Figura 3 -Inquadramento territoriale del nodo di Brescia*

Le linee afferenti sono:

- la Linea Storica e la linea AC/AV lato Milano (anche denominate rispettivamente Venezia Lenta e Venezia AV/AC);
- la Linea Storica lato Verona e la linea per Cremona che si dirama dal Piazzale Sud.

In Figura 4 viene riportata la schematizzazione da FCL riguardanti le linee di interesse e il nodo di Brescia. Lo studio in questione riguarda lo Scalo Merci/Fascio Merci, che risulta essere una parte dell'impianto di Brescia Est. In Figura 5 vengono evidenziate le porzioni di infrastruttura facenti parte dell'impianto di Brescia Est, con evidenziata la zona corrispondente all'ex Bivio Mella/Bivio Roncadelle (in verde) considerata come parte dell'impianto di Brescia Est stesso. Tra il Fascio Merci (zona in rosso) e il Piazzale Sud (zona in arancione), nonché a sud del Fascio Merci stesso sono presenti vari fasci di binari non centralizzati e tronchi (in parte parzialmente dismessi), non rappresentati nello schematico in FCL ma che verranno dettagliati successivamente nella presente relazione, in quanto di interesse per il progetto in questione per la liberazione di aree utili.





Il Fascio Merci della stazione di Brescia è stato già oggetto di interventi nell'ambito della fase 2.6 della stazione di Brescia, che ha visto l'attivazione dell'ACC della nuova località di servizio di Brescia Est sul piazzale di Brescia Scalo, in sostituzione del precedente apparato a cabine ACE. Ulteriori interventi sono previsti nella fase 4, tra cui la realizzazione del binario di accumulo a modulo 750 m tra la linea storica e AV/AC in radice lato Ospitaletto. Lo stato inerziale del Fascio merci di Brescia, su cui andranno ad essere realizzati gli interventi previsti dalla presente progettazione, è costituito da 7 binari di circolazione destinati all'arrivo e alla partenza dei treni aventi modulo variabile tra i 610 m e 540 m, posti oltre i binari di corsa della linea AV/AC Milano-Brescia, sono centralizzati e svolgono la funzione di arrivo/partenza per i treni merci. Ad essi sono allacciati, attraverso 5 comunicazioni di confine dotate di posto a terra, 5 binari del Fascio Merci non centralizzati e vengono utilizzati per smistamento in piano, sosta e manovra dei carri, 15 binari di Scalo (anch'essi non centralizzati vengono utilizzati per attività di handling) e l'Asta Venezia, anch'essa non centralizzati. In radice ovest sono presenti due aste, denominate I e II Asta Milano, a servizio del fascio merci e del binario di accumulo un modulo 750 m. Al fascio è infine allacciato a sud il raccordo FS Logistica (De Aloe).

Le linee afferenti sono la Linea Storica e la linea AC/AV (denominate rispettivamente Venezia Lenta e Venezia AV/AC) sul lato Milano, entrambe a doppio binario, mentre sul lato Brescia insistono la Linea Storica (a doppio binario) e un binario unico di collegamento tra il Fascio Merci ed il Piazzale Sud di Brescia Est.

Le velocità di percorrenza della Linea Storica sono 123, 135 e 145 km/h rispettivamente per il rango A, B e C; le velocità per la linea AC/AV sono 100, 105 e 110 km/h rispettivamente per il rango A, B e C. La minore velocità per la linea AC/AV è dovuta a vincoli dettati dalle curve nell'attraversamento dell'impianto. Gli itinerari da/verso il Fascio Merci sono a 30 km/h.

L'impianto è gestito dall'ACC di Brescia Est.

## 7 CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

In

Figura 7 viene riportato il layout funzionale della situazione di progetto.



**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA  
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI  
BRESCIA**

**RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	10	D 16 RG	ES.00.01.001	A	13 di 29

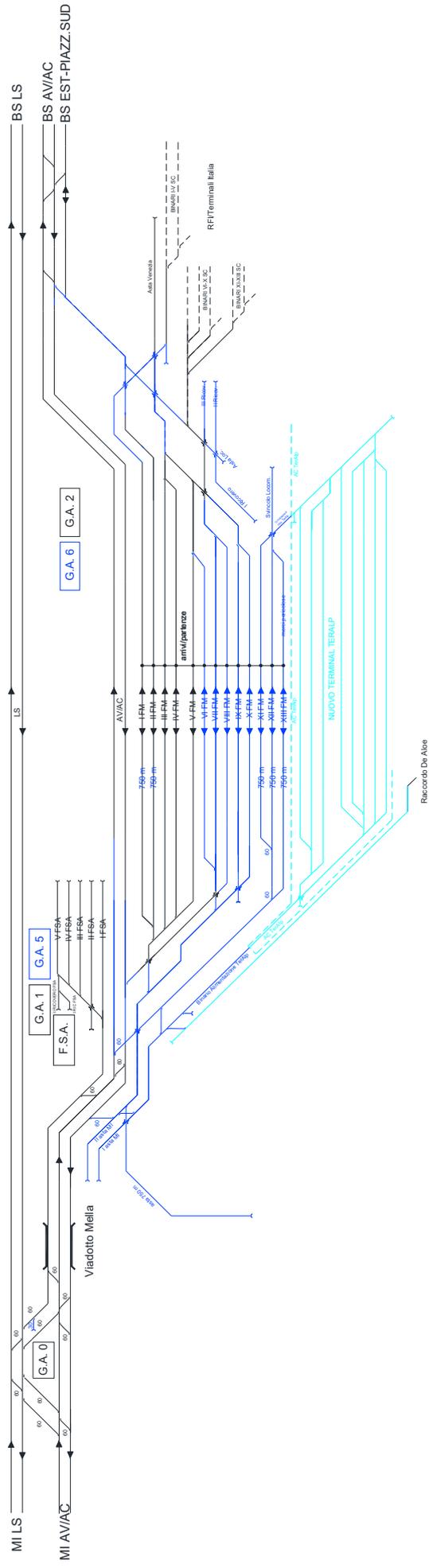


Figura 7 - Layout funzionale di progetto dell'area in studio (in blu le realizzazioni a carico della presente progettazione, in ciano le lavorazioni a carico di altro appalto)

I principali interventi previsti sono:

- adeguamento a modulo 750 m dei binari I e II FM mediante la demolizione dell'attuale radice e dei due binari lato FV e del dispositivo di armamento di collegamento tra i binari III÷VII FM e la linea AVACE la realizzazione è un nuovo dispositivo d'armamento "a forbice" che assolva alle medesime funzioni di collegamento tra i binari I÷VII FME la linea AV/AC e dei binari I-II FM con l'asta Venezia e i binari di Scalo. In considerazione della nuova configurazione dovrà essere previsto un nuovo tronchino per i binari I÷V Scalo è una scarpa ferma carro sull'Asta Venezia al fine di garantire l'indipendenza rispetto agli itinerari di A/P da/per la linea AV/AC e il binario di collegamento;
- ripristino di 3 binari di circolazione all'interno del Fascio Merci, precedentemente demoliti nella fase 2.6 dell'ACC di Brescia, posti tra i binari V-VI FM, VI-VII FM e oltre il VII FM. Conseguentemente, è prevista la remunerazione dei binari del Fascio Merci in I÷X FM. I nuovi binari VI, VIII e X FM avranno attrezzaggio IS analoghi a quelli presenti sui binari già attivi (segnali di 1° categoria sia lato Ospitaletto che lato Brescia FV e cdb "cortini" con funzione di transitato per le partenze lasciando il binario parzialmente ingombro);
- demolizione dei binari non centralizzati del Fascio Merci (attuali VIII÷XIII FM);
- realizzazione di 3 nuovi binari di circolazione a modulo 750 m con funzione di A/P solo lato Ospitaletto/PM Brescia Ovest; lato Brescia FV i 3 binari saranno allacciati ad un nuovo tronchino con funzione e di svincolo locomotori. I nuovi binari saranno attrezzati con segnali di 1\* categoria sia lato Ospitaletto/Pm Brescia Ovest che lato Brescia FV e cdb "cortini" con funzione di transitato per le partenze lasciando il binario parzialmente ingombro;
- collegamento dei 3 nuovi binari a modulo 750 m al binario dispari della linea AV/AC, e al binario di accumulo, attraverso un dispositivo di armamento percorribile a 60 km/h (è prevista la posa di una intersezione in corrispondenza del binario pari della linea AV/AC). Sul nuovo dispositivo di armamento è prevista la posa di un deviatore inglese doppio in corrispondenza della II Asta Milano e la posa di una comunicazione percorribile a 30 km/h per il collegamento con le I Asta Milano. Tale intervento comporterà la demolizione dell'attuale collegamento tra i binari I÷V FM e la I Asta Milano e tra quest'ultima ed il raccordo De Aloe;
- realizzazione di 2 collegamenti di accesso al terminal Teralp, il primo denominato "binario di alimentazione Teralp" allacciato alla I Asta Milano, ed il secondo denominato "Circolazione Loc.Tralp" allacciato alla radice dei binari XI÷XIII lato FV. Sui nuovi binari di collegamento saranno presenti delle comunicazioni di indipendenza a manovra elettromeccanica al fine di assicurare l'indipendenza reciproca tra la stazione e il terminal;
- realizzazione del nuovo binario di accesso al Raccordo De Aloe, allacciato alla prosecuzione della I Asta Milano e dotato di una comunicazione di indipendenza a manovra elettromeccanica;
- posa di una nuova comunicazione percorribile a 30 km/h. che consenta il collegamento dei 3 nuovi binari di A/P a modulo 750 m alla I Asta Milano;
- posa di una nuova comunicazione percorribile a 30 km/h, tra la I e la II Asta Milano che consenta il collegamento del binario di alimentazione Teralp/De Aloe alla II Asta Milano e maggiori contemporaneità di A/P sui binari del Fascio Merci;
- realizzazione di 3 binari e di un'asta elettrificati, con funzione di sosta/ricovero locomotori denominati I-II-III Ricovero, sul sedime della radice demolita dei binari VIII÷XIII FM lato Brescia FV e del binario XV Scalo. I binari I-II-III Ricovero saranno attrezzati con scarpe fermacarro a manovra elettromeccanica e ritorno automatico a garanzia di fughe accidentali;

- elettrificazione del tratto di binario compreso tra i binari di cui al punto precedente e l'Asta Venezia e completamento elettrificazione di quest'ultima;
- realizzazione di segnalamento di 1\* categoria (e segnali di arresto) sulle aste I e II Milano per la gestione dei movimenti da/per Fascio Merci/Tralp/De Aloe
- centralizzazione e trasformazione da manovra manuale a manovra elettromeccanica dei deviatori compresi tra l'asta Venezia e l'asta locomotive; le 3 comunicazioni di confine con i binari di circolazione, che garantiscono l'indipendenza rispetto ai binari di Scalo e ai binari di Ricovero, saranno attrezzate con posto a terra, ritorno automatico nella posizione normale;
- posa di segnali bassi luminosi sull'Asta Venezia, in uscita dai binari VI+XIII Scalo, sui binari I-II-III Ricovero, Asta Locomotori e Svincolo Locomotori per la gestione dei movimenti da/per il Fascio Merci;
- posa di segnali bassi luminosi in corrispondenza dei nuovi segnali di 1\* categoria e sulle aste I e II Milano a monte delle PS dei deviatori 134b e 142a;
- attrezzaggio dei binari I+XIII FM, aste I e II Milano con funzione TbO per il ricevimento dei treni/convogli anche con stazionamento parzialmente occupato. Le aste I e II Milano saranno attrezzate con cdb "cortini" con funzione di transitato per le partenze lasciando il binario parzialmente ingombro;
- realizzazione di una nuova sta elettrificata a modulo 750 m, allacciata alla I Asta Milano, la quale sarà attrezzata con segnale di 1° categoria e segnale di arresto per la gestione dei movimenti da e per il Fascio Merci/Tralp7De Aloe e cdb "cortini" con funzione di transitato per le partenze lasciando il binario parzialmente ingombro; sarà inoltre presente la funzione TdO. L'asta si svilupperà su aree attualmente non appartenenti al Gestore dell'Infrastruttura, pertanto la sua attivazione sarà subordinata alle tempistiche autorizzative e realizzative.

Al termine degli interventi il Fascio Merci di Brescia è composto da 17 binari, di cui:

- i binari bassi rimangono i binari di corsa delle Linee Venezia LL e AV/AC (4 binari di corsa lato nord);
- i binari I+X FM sono binari elettrificati di A/P con modulo compreso tra 480 e 625 metri, alcuni dei quali potranno essere specializzati per la manovra e lo smistamento in piano di carri;
- I binari XI+XIII FM sono binari elettrificati di A/P di modulo pari a 750 metri, ad uso esclusivo del terminal TerAlp.

Le attività che attualmente vengono svolte sulla porzione di piazzale non interessata dai lavori di potenziamento continuano secondo l'attuale modello di esercizio. Le operazioni di movimentazione che vengono svolte sugli attuali binari del PM, che sono demoliti, sono effettuate sui futuri nuovi binari di circolazione appositamente realizzati. La creazione di ulteriori tre nuovi binari di A/P di modulo pari a 750 metri è funzionale ai traffici indotti dal nuovo terminale TerAlp. Questi nuovi tre binari possono essere utilizzati anche dalle imprese che attualmente operano in impianto, qualora manifestassero l'esigenza di effettuare treni di lunghezza maggiore rispetto agli attuali.

A sud dei 17 binari è posizionato il terminale TerAlp, non oggetto della presente progettazione, costituito da 8 binari di modulo 750 metri, di cui 5 sotto gru adibiti al trasbordo delle U.T.I. (fascio di carico/scarico) e 3 di appoggio (fascio di supporto).

In Figura 8 viene riportata la sezione tipo del terminal, La radice est si conclude con un'asta di manovra di circa 100 m che ha la funzione di scarto/manovra delle locomotive; quest'asta di manovra si raccorda ai 3 binari di fascio A/P adeguati a 750 m destinati al terminal in ambito RFI. Anche la radice

ferroviaria ad ovest è raccordata tramite le aste elettrificate di manovra lato Milano, in fase transitoria allungate fino a 400 m, e a regime una di esse fino a 750 m.

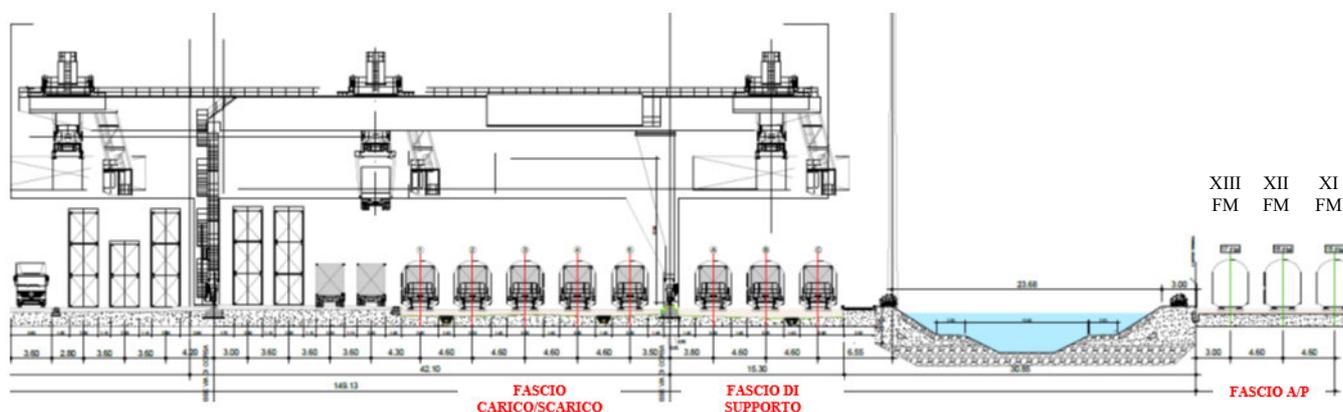


Figura 8 – Sezione del nuovo terminal TerAlp

(fonte: RFI – Potenziamento infrastrutturale dello Scalo di Brescia - Informativa per il Comitato Valutazione Investimenti)

Le velocità di percorrenza sulle linee Storica AC/AV non subiscono modifiche; la velocità di percorrenza degli itinerari in ingresso/uscita dal Fascio Merci lato Milano sono velocizzati a 60 km/h per i binari XI FM, XII FM e XIII FM (rimane a 30 km/h la velocità per gli itinerari sugli altri binari ed in uscita/ingresso lato Brescia, nonché per gli itinerari da/verso i binari del terminal TerAlp).

L'impianto è gestito dall'ACC esteso di Brescia.

## 7.1 Funzionamento del terminal TerAlp

Il terminal gestirà traffico in funzione della sua provenienza e/o destinazione divisibile in "traffico in export", costituito dalle spedizioni provenienti a mezzo strada e destinate all'inoltro a mezzo ferrovia, e in "traffico in import", composto dalle spedizioni provenienti a mezzo ferrovia e dirette a destino a mezzo strada.

Le procedure accompagnano sul terminal tutte le operazioni di ricevimento e/o congedo delle U.T.I. (Unità del Trasporto Intermodale), del trasbordo delle stesse da una modalità all'altra e comprendono i vari controlli tecnici ed amministrativi previsti per la sicurezza e la qualità del servizio, basandosi su regole operative oggi per lo più comuni fra tutti gli operatori del settore.

La catena di passaggi, cui sono sottoposte le U.T.I. nel traffico in export, prevede le tappe seguenti: prenotazione, check-in, accettazione, operazioni di trasbordo e formazione del treno.

L'operazione di trasbordo delle U.T.I. dalla strada alla ferrovia e viceversa è attuata tramite gru a portale elettriche correnti su rotaia ("spreader"). La formazione dei treni previsti dalla programmazione (orario treni) prevede che, durante la fase di caricamento dei U.T.I. sul treno, il coordinatore di settore stesso aggiorna la lista delle unità, che si trovano già fisicamente sui carri. Terminato il caricamento del treno, l'addetto al piazzale comunica immediatamente all'ufficio operativo che il treno è completo. Si procede così ad un duplice controllo sia da parte del coordinatore di settore sia da parte dell'impiegato. Il primo verifica con esattezza che ci sia corrispondenza tra i carri e le U.T.I. inseriti a video e quelli che

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b> <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1M	10	D 16 RG	ES 00 01 001	A	17 di 29

effettivamente fanno parte della composizione. L'addetto all'ufficio controlla che siano stati caricati sul treno le U.T.I. in ordine cronologico di entrata e quelli segnalati come particolarmente urgenti dai clienti (quando la situazione del terminal consente di poter far fronte a queste richieste).

Terminata positivamente questa fase, si procede con la verifica e formazione treno da parte del personale del terminal in possesso delle necessarie abilitazioni ferroviarie e/o dall'impresa incaricata. Il convoglio ferroviario viene sottoposto alla prova continua del carico della condotta freno. Inoltre, viene effettuato un controllo tecnico dei vagoni e delle U.T.I. caricate, mentre il formatore treno effettua un controllo documentale / amministrativo. Se anche questa fase si conclude senza anomalie, l'impiegato dell'ufficio operativo provvede alla stampa della lettera di vettura ferroviaria e della lista treno allegata. A questo punto il treno è pronto per poter essere manovrato fino al fascio di arrivi/partenza riservato al terminal (stazione di presa e consegna costituita da 3 binari); le manovre di spostamento della composizione ferroviaria sono comandate da un operatore dell'impresa ferroviaria che sarà incaricata dell'operazione, la quale si avvarrà di informatico che permette di effettuare tutti gli instradamenti ferroviari attraverso un impianto centralizzato ACC.

Dopo la consegna del treno al fascio di presa e consegna, questo sarà agganciato dalla locomotiva di linea dell'impresa ferroviaria che effettuerà la trazione. Superata questa ultima fase, il treno può partire per la destinazione prestabilita accompagnato dai documenti ad esso relativi.

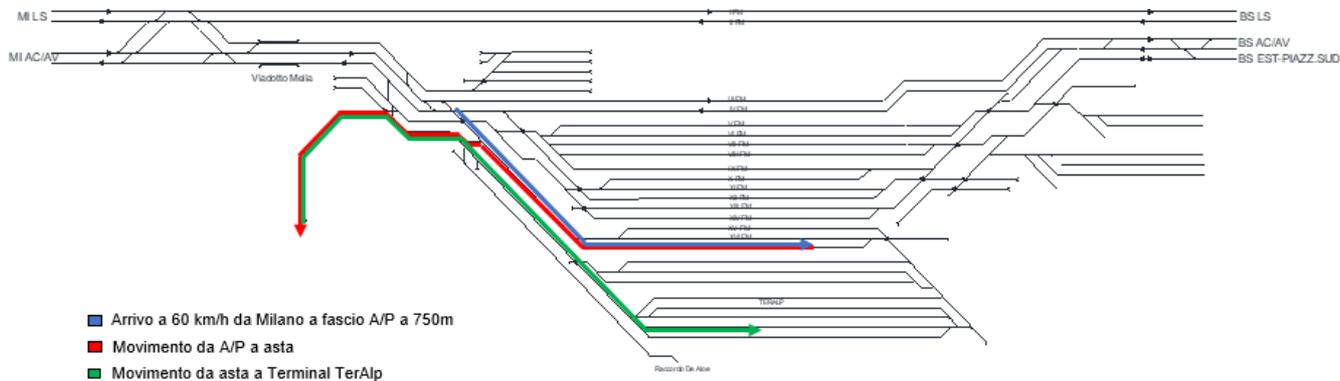
La catena di passaggi cui sono sottoposte le U.T.I. nel traffico in import prevede le tappe seguenti: ricevimento treno, controllo carico, controllo documentazione, ritiro delle U.T.I.

All'arrivo dei treni sul "fascio di Arrivi/Partenze", il Dirigente Movimento informa l'ufficio operativo del terminal e conseguentemente la squadra di manovra si dirige con la locomotiva diesel al fascio per ritirare il treno ed immetterlo all'interno dello scalo. Successivamente il convoglio ritirato dal fascio viene trazioneato fino ad uno dei binari liberi posti sotto le gru per le operazioni di trasbordo o in alternativa in caso di totale occupazione dei binari del terminal, in uno dei binari del fascio di supporto.

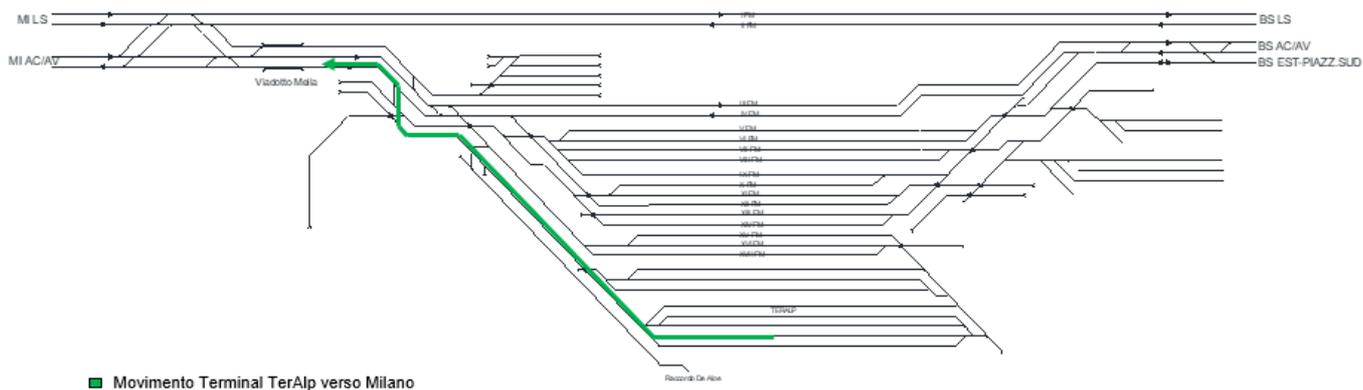
L'impiegato che si occupa delle formalità in import, controlla, in base alla lista treno, la completezza di tutta la documentazione, sia ferroviaria, commerciale e, se presente, anche quella doganale.

## 7.2 Gestioni dei movimenti in ingresso/uscita dal terminal TerAlp

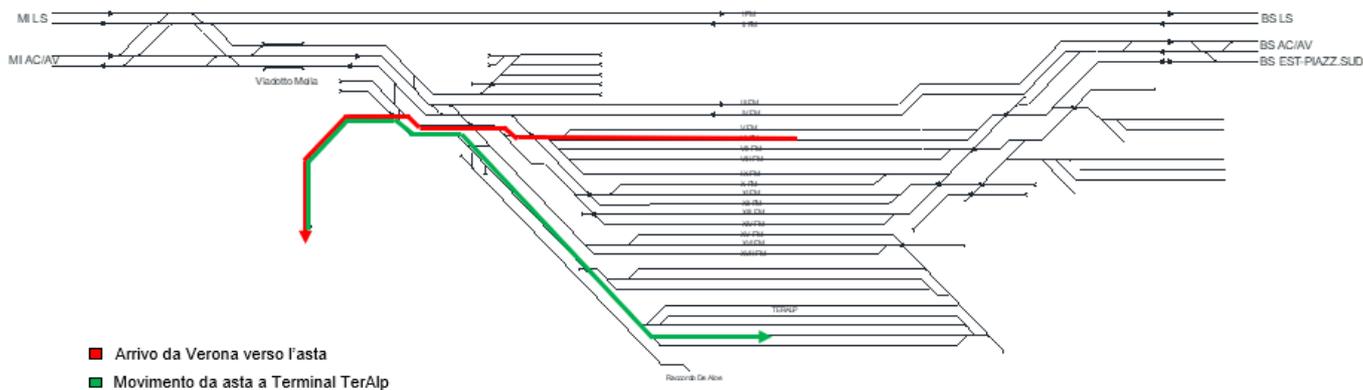
La realizzazione, a regime, dell'asta da 750 m lato Milano, risulta necessaria al fine di permettere la movimentazione dei treni in ingresso/uscita dal terminal di TerAlp. Nelle figure seguenti si riporta lo schema delle movimentazioni in ingresso e in uscita dal terminal, in cui vengono evidenziate le varie casistiche sia per le circolazioni da/verso Milano che da/verso Brescia.



*Figura 9 – Movimenti da Milano verso il terminal*



*Figura 10 – Movimenti dal terminal verso Milano*



*Figura 11 - Movimenti da Brescia verso il terminal*

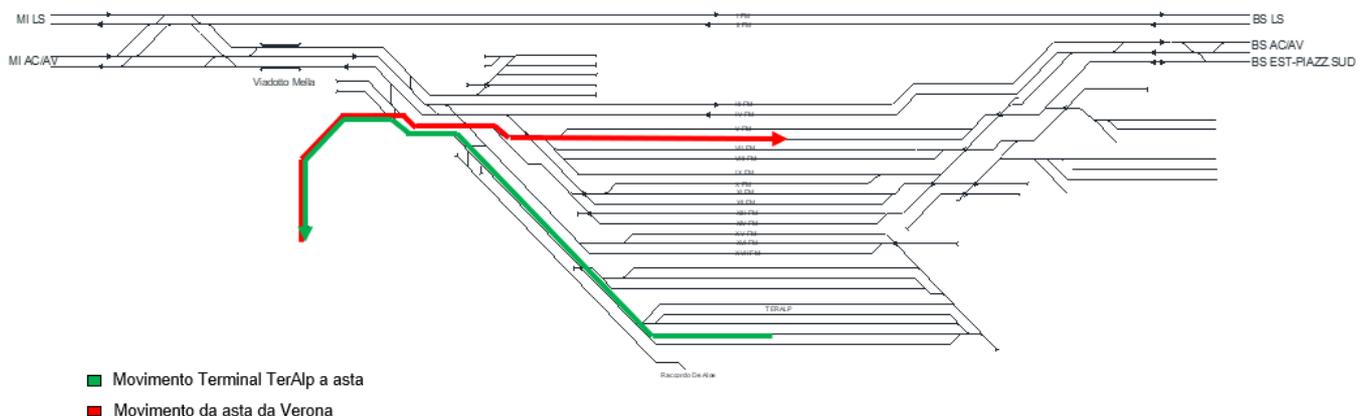


Figura 12 - Movimenti dal terminal verso Brescia

## 8 MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE

Il modello di esercizio attuale riportato è stato dedotto da estrazioni dei moduli M42 sui treni circolati riportati in PIC (Piattaforma Integrata di circolazione di RFI).

Al fine di scegliere una giornata tipo da utilizzare a riferimento, l'analisi è stata effettuata su vari giorni feriali medi nel periodo a cavallo tra febbraio e settembre 2020 per l'impianto di Brescia Est Fascio Merce, al fine di evidenziare ed eliminare situazioni anomale a seguito della riduzione delle circolazioni a causa dell'emergenza sanitaria Covid-19. I dati da M42 relativi a questo impianto riportano i treni circolati dai binari dell'AV/AC al binario VII (in quanto i binari della LS vengono riportati nell'M42 dell'impianto di Brescia Est); non sono stati quindi analizzati i treni circolanti sui binari della LS in questa fase (quindi ad esempio non sono riportati i regionali che transitano su tali binari). Nella figura seguente viene riportato a titolo esemplificativo il numero di treni giornalieri su alcune giornate tipo analizzate per l'impianto di Brescia Est-Fascio Merce.

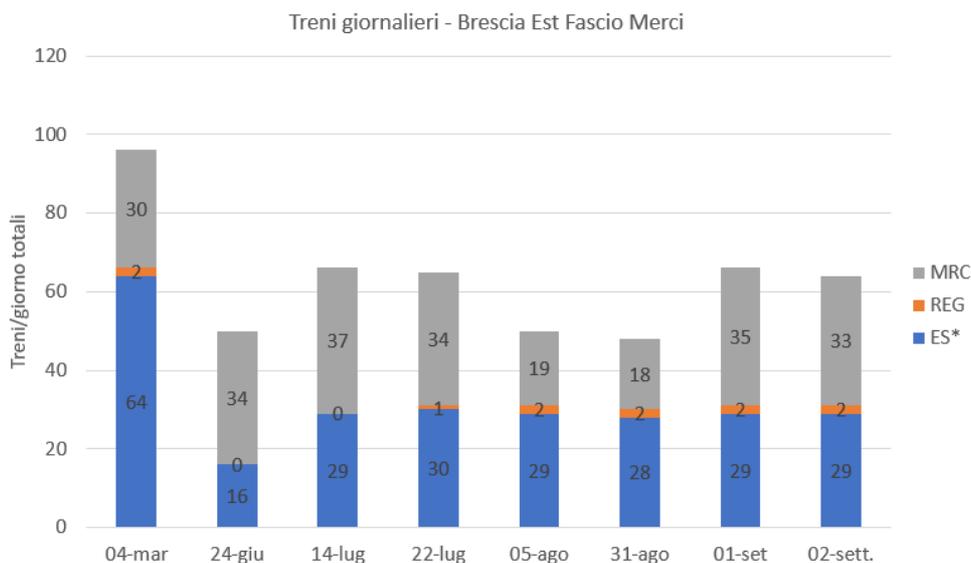


Figura 13 – Esempio di estrazioni moduli M42 per Brescia Est-Fascio Merce da PIC per alcuni giorni feriali tipo anno 2020 (treni circolati giornalieri: MRC: merci; REG: regionali; ES\*:Eurostar;).

Come si può notare, esiste una moderata variabilità del numero di treni circolanti anche passeggeri (in parte dovuto alla stagionalità dell'orario, in parte alle questioni sanitarie di cui sopra). Pertanto, come giorno di riferimento, è stata considerata una giornata ferial tipo del mese di febbraio 2020, sulla base del quale sono stati completati i dati dei treni circolanti da M42 dell'impianto di Brescia Est-Fascio Merci con quelli da M42 di Brescia Est e M42 di Brescia Est-Piazzale Sud.

L'impianto di Brescia Est è interessato sia da treni passeggeri di tipo ES\*, altra lunga percorrenza (LP-Euronotte e Eurocity) e regionale (REG) che merci. Il traffico merci (MRC) risulta essere variegato, di varia tipologia (EUC-Europ Unit Cargo, MRI-Merci Rapidi Internazionali, MRS-Merci Rapido Speciale, MT-Merci Terminali, TC-Treni Combinati, TCS-Treni Combinati Speciali, TEC-Treni Europei Combinati, TME-Treni Merci Espressi) e origine/destino.

In particolare, il progetto in questione interessa il Fascio Merci su cui circolano esclusivamente treni merci (le circolazioni passeggeri avvengono sui binari della LS e AV/AC). I binari utilizzati risultano essere dal I FM al VII FM, in quanto i binari VIII FM ÷ XVI FM vengono utilizzati per operazioni accessorie di smistamento, ecc.

I treni merci circolanti nell'impianto risultano essere:

- provenienti dalla Linea Storica dal lato Milano ed attestati nel fascio Merci di Brescia Scalo (e viceversa) sui binari I FM ÷ VII FM;
- provenienti dalla Linea Storica dal lato Brescia ed attestati nel fascio Merci di Brescia Scalo (e viceversa) sui binari I FM ÷ VII FM;
- provenienti dal Piazzale Sud ed attestati nel fascio Merci di Brescia Scalo (e viceversa) sui binari I FM ÷ VII FM;
- passanti:
  - dalla Linea Storica lato Milano verso la linea Storica lato Brescia e viceversa (quindi non interessanti il Fascio Merci perché sui binari della LS);
  - dalla Linea AC/AV lato Brescia verso la linea Storica lato Milano e viceversa (quindi non interessanti il Fascio Merci perché sui binari della linea AV/AC);
  - dalla Linea Storica lato Milano verso la Linea AC/AV lato Brescia e viceversa (quindi interessanti il Fascio Merci perché sui binari I FM ÷ VII FM);
  - dalla Linea Storica lato Milano verso il Piazzale Sud e viceversa (quindi interessanti il Fascio Merci perché sui binari I FM ÷ VII FM).

I treni passanti sui binari del Fascio Merci possono essere in transito o attendere l'autorizzazione alla circolazione a causa di precedenza di treni passeggeri circolanti su binari della Linea Storica e AC/AV; il tempo di attesa è variabile da 5 minuti fino anche a diverse ore.

La tipologia di treni merci, per lunghezza, peso e composizione, risulta essere molto variegata e disomogenea; in tabella seguente si riportano alcuni esempi di treni merci attualmente circolanti nell'impianto (estrazione da PIC su una giornata ferial media).

Località Orig/Dest	Resp.Trazione	Lunghezza	Peso	Tipo Locom. 1	Tipo Locom. 2	Velocità Veicoli	Numero Veicoli	Limite di Carico	Trasporto Combinato
<b>CHIASSO SMIST.</b>	DB CARGO ITALIA	521	1756	E494		100	29	D4	
<b>MELZO SCALO</b>	OCEANOGATE IT	552	651	E484		120	22	A	
<b>BRENNERO</b>		276	1451	E189	E189	100	18	D4	
<b>Cava Tigozzi</b>	DB CARGO ITALIA	239	344	E191		100	15	A	
<b>Trento Roncafort</b>	DB CARGO ITALIA	320	450	E483		100	18	A	
<b>BRENNERO</b>	CAPTRAIN ITALIA	557	1383	E193 + E193	E193 + E193	120	16	B2	P/C400
<b>BS EST F. MERCI</b>	MDW	451	1191	E483		120	16	B2	
<b>MELZO SCALO</b>	OCEANOGATE IT	552	651	E484		120	22	A	
<b>CHIASSO SMIST.</b>	DB CARGO ITALIA	521	1756	E494		100	29	D4	
<b>BS EST F. MERCI</b>	DB CARGO ITALIA	163	228	D520		100	10	A	
<b>VICENZA</b>	MIR-MERCI	239	1115	E652		120	14	C3	

Tabella 1 – Esempio di treni merci attualmente circolanti (da PIC)

Di seguito viene ripotato il modello di esercizio attuale, diviso in treni totali giornalieri circolanti, in diurno (fascia 6-22) e notturno (fascia 22-6). Le circolazioni sono divise per tipologia ES\*, altre Lunga Percorrenza, regionali e merci. Per il Fascio Merci viene specificato se i treni terminano o iniziano la corsa nel Fascio Merci stesso o se sono in transito, e la linea di provenienza/destinazione.



**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA  
POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI  
BRESCIA**

**RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	10	D 16 RG	ES 00 01 001	A	22 di 29

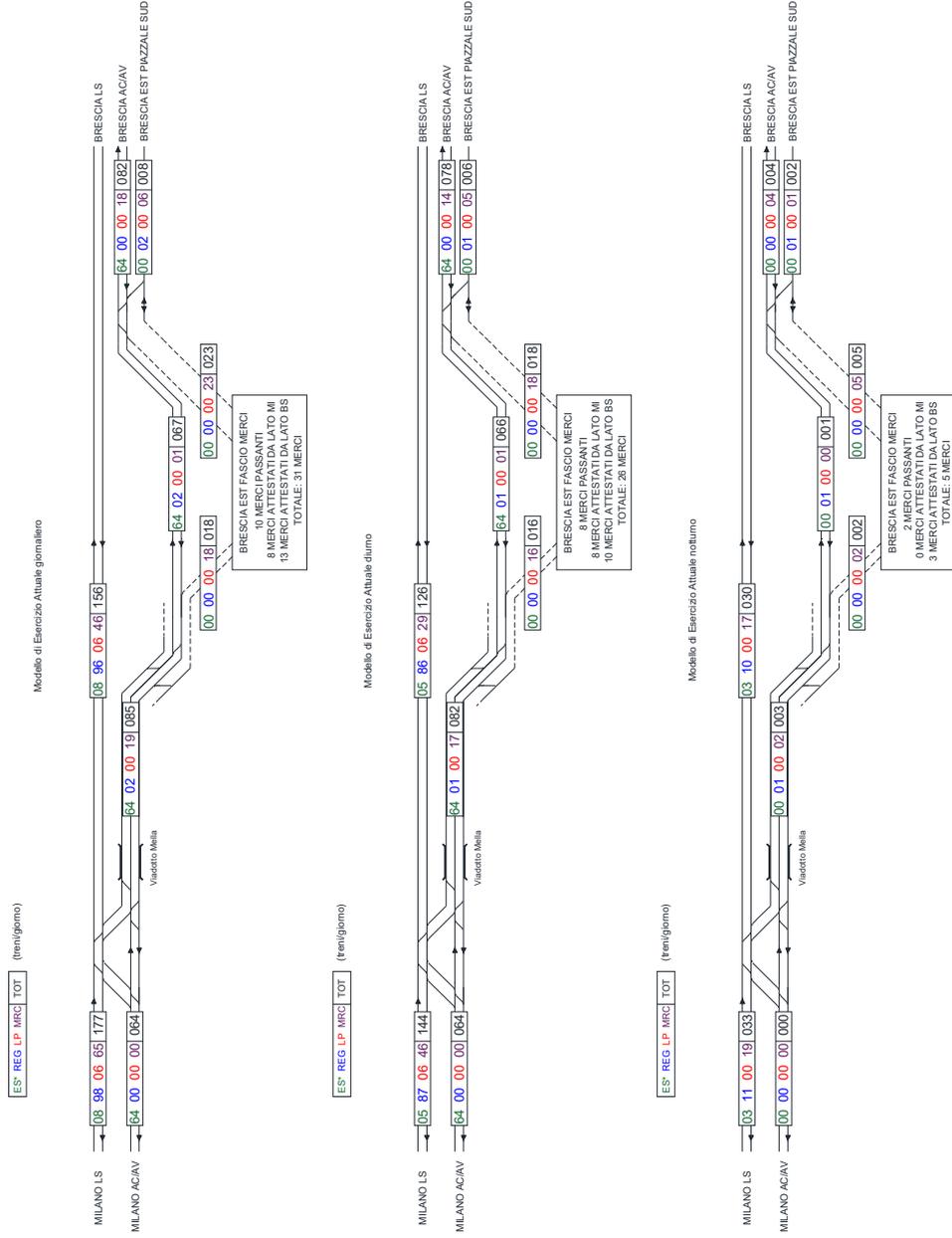


Figura 14 – Modello di esercizio attuale

## 9 MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO

Il modello di esercizio futuro è stato stimato sulla base delle informazioni fornite dalla committenza; in particolare per il nuovo terminal TerAlp si prevedono 12 coppie/giorno di treni (come riportato nel documento “Potenziamento infrastrutturale dello Scalo di Brescia - Informativa per il Comitato Valutazione Investimenti” e “SIA-026/IBS-D00B: Relazione espositiva del concetto di esercizio e funzionalità del terminal”).

Per quello che concerne il traffico previsto nei restanti binari del Fascio Merci, è stato fornito dalla committenza il modello di esercizio futuro (come riportato nel documento RFI DCO.SCTNO\A0011\p\2021\0000897 del 15/06/2021) e qui di seguito tabulato:

Tipologia	Relazione	Treni al giorno feriale medio complessivi nelle due direzioni
<b>Merci*</b>	Rovato ↔ Brescia Fascio Merci	32
<b>Merci*</b>	Brescia Fascio Merci ↔ Rezzato/San Zeno	22
<b>Merci*</b>	Rovato ↔ San Zeno (via Brescia Fascio Merci)	10

*\*per il traffico merci, i valori sono stime sulla base dell'andamento delle richieste di mercato e sono possibili variazioni anche rilevanti*

*Tabella 2 – Modello di esercizio futuro per il traffico nel Fascio Scalo (fonte RFI)*

Nella figura seguente viene ripotato il modello di esercizio di progetto, diviso in treni totali giornalieri circolanti, in diurno (fascia 6-22) e notturno (fascia 22-6). Le circolazioni sono divise per tipologia ES\*, altre Lunga Percorrenza, regionali e merci. Per il Fascio Merci viene specificato se i treni terminano o iniziano la corsa nel Fascio Merci stesso o se sono in transito, e la linea di provenienza/destinazione. Per il traffico passeggeri è stato assunto lo stesso modello di esercizio attuale (con riferimento a PIC per un giorno feriale medio) non avendo avuto altre indicazioni dalla Referenza sull'evoluzione di possibili scenari futuri.



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA**  
**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA**

**RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1M	10	D 16 RG	ES 00 01 001	A	24 di 29

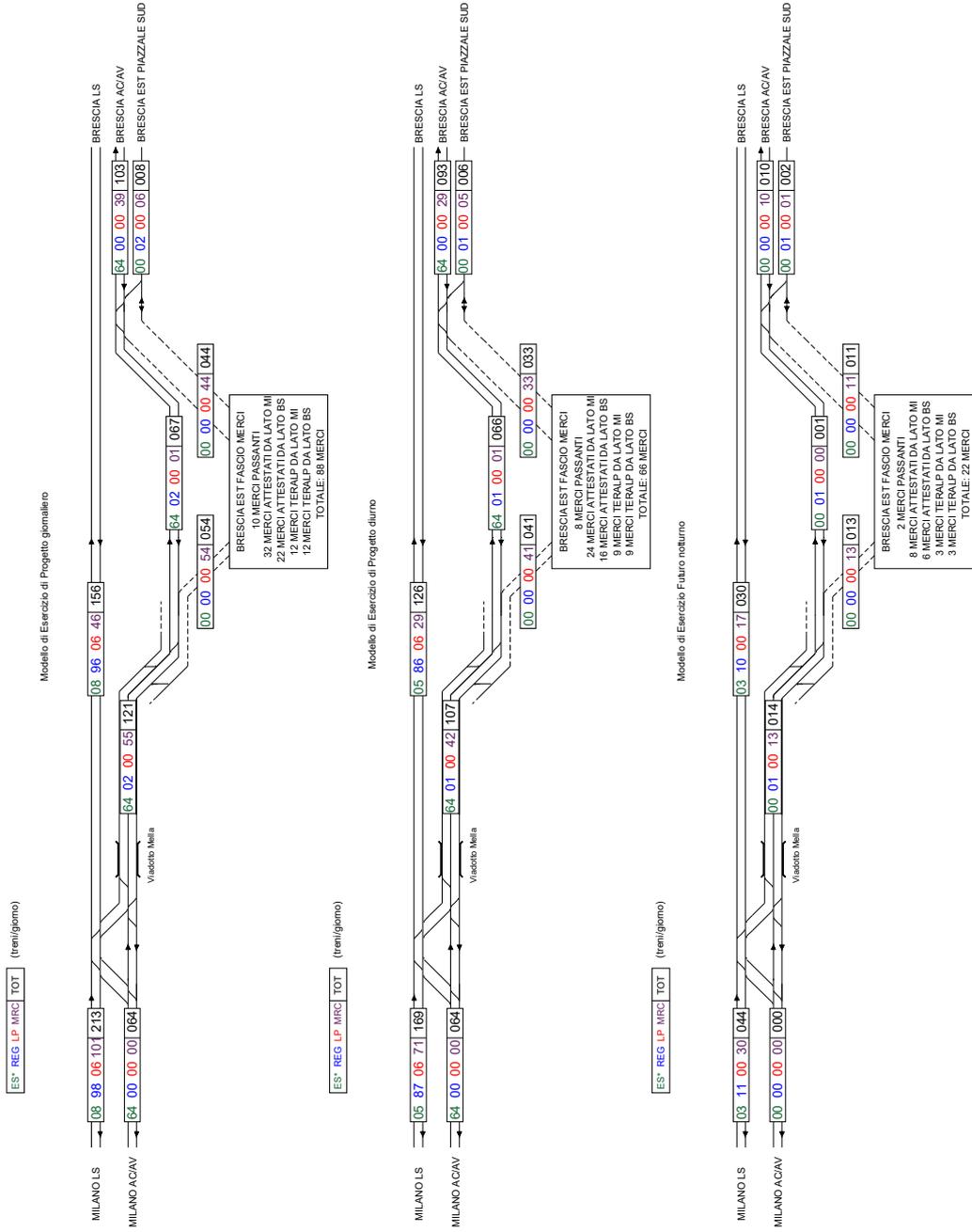


Figura 15 – Modello di esercizio di progetto

Non avendo informazioni a tal proposito dalla Committenza, per il traffico da/per il terminal TarAlp è stato ipotizzato un treno merci "massimo" con le seguenti caratteristiche:

- locomotrici: 2 E652;
- carri (per trasporto container): 36;
- lunghezza totale convoglio: 750 m;
- peso totale treno: 2600 t (di cui 2400 trainate);
- carico medio: 70%.

## 10 ANALISI DELLA CAPACITA' DELL'IMPIANTO

Per fornire una più dettagliata analisi funzionale e di esercizio dell'impianto, vengono verificati i punti critici dello scalo in termini di possibili "colli di bottiglia" per le circolazioni.

Nella figura seguente sono riportate le zone verificate. La zona in rosso lato Milano rappresenta il punto di conflitto tra le circolazioni sulle due linee afferenti all'impianto ed i treni in ingresso e uscita dallo scalo, che viene verificata tramite la teoria di Potthoff implementata nel software IF-Cap. La zona in blu rappresenta il fascio arrivi/partenze a servizio del terminal (di competenza RFI e oggetto della presente progettazione). Non si riporta l'analisi del fascio binari di proprietà TerAlp in quanto non oggetto della presente progettazione (fuori competenza RFI).

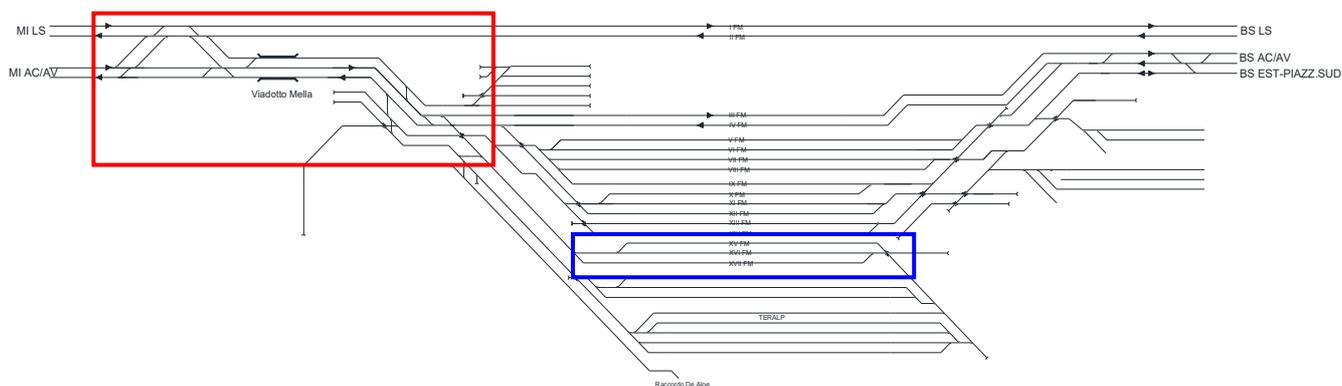


Figura 16 - Punti critici verificati

Le rispettive verifiche sono riportate nei paragrafi seguenti.

### 10.1 Verifica di capacità del punto singolare lato Milano

L'analisi di capacità del bivio/posto di comunicazione è effettuata tramite l'ausilio del software IF-Cap. (software proprietario di Italferr). Il software rende possibile lo studio probabilistico della capacità di un nodo valutando il numero medio di circolazioni possibili, il tempo medio d'occupazione e la quantità di ritardo generata del processo di circolazione, fornendo un coefficiente di utilizzazione (teoria di Potthoff).

È un metodo sintetico che porta a risultati con una attendibilità del  $\pm 10\%$ . Valutazioni più approfondite potranno essere fatte nelle successive fasi progettuali.

La metodologia si articola in quattro fasi successive:

1. Acquisizione della topologia dell'impianto;
2. Rappresentazione matematica mediante strutture matriciali (matrice degli itinerari);
3. Definizione e calcolo degli indicatori sintetici che descrivono il funzionamento dell'impianto:
  - numero medio delle circolazioni;
  - tempo medio di occupazione del nodo;
  - ritardo totale;
4. Condizione di verifica dell'impianto.

Gli indicatori sintetici utilizzati sono di seguito riportati.

$n_{medio} = \frac{N^2}{\sum_{inc} n_i n_j}$	numero medio delle circolazioni compatibili
$t_{medio} = \frac{\sum_{inc} n_i n_j t_{ij}}{\sum_{inc} n_i n_j}$	tempo medio di occupazione
$R = \frac{\sum_{incr} n_i n_j t_{ij}^2}{2T}$	ritardo totale R
$C_{reg} = \frac{1}{T} \left( \frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} \right)$	coefficienti di utilizzazione regolare
$C_{tot} = \frac{1}{T} \left( \frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} + R \right)$	coefficienti di utilizzazione totale

Di seguito sono elencate le tipologie di incompatibilità considerate, con un esempio applicativo.

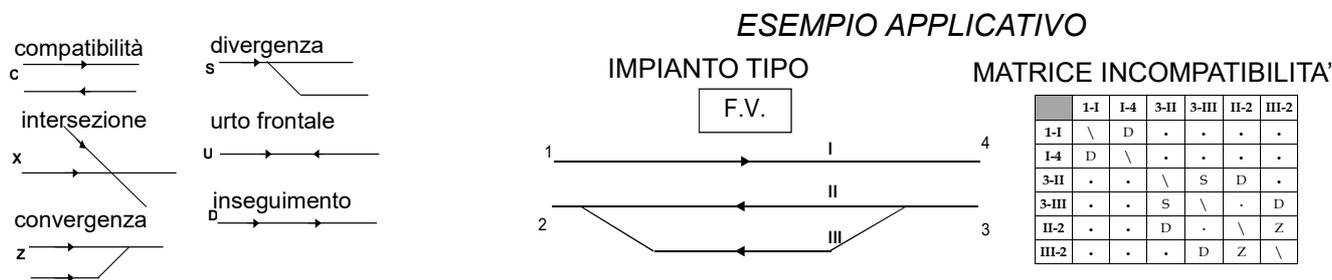


Figura 17 – Tipologia incompatibilità considerate

La condizione di verifica dell'impianto risulta essere:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
	<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	COMMESSA IN1M	LOTTO 10	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES 00 01 001	REV. A

$$C_{reg} = \frac{1}{T} \left( \frac{N \cdot t_{medio}}{n_{medio}} \right)$$

in cui:

- C reg = coefficiente di utilizzazione regolare;
- T = intervallo temporale di osservazione;
- N = numero totale di treni nel tempo T;
- t medio = tempo medio di occupazione da parte di gruppi di n medio treni ciascuno;
- n medio = numero medio di itinerari compatibili.

Il coefficiente di utilizzazione totale aggiunge, al coefficiente di utilizzazione regolare, un tempo aggiuntivo R che considera il ritardo che si può globalmente generare.

La letteratura tecnica fornisce un limite, ricavato sperimentalmente nell'ora di punta, sull'utilizzazione dell'impianto  $C_{reg}$  pari al 65% del tempo di osservazione, oltrepassato il quale la regolarità della circolazione verrebbe meno, con conseguenti fenomeni perturbativi (accumuli di ritardi). Per l'intero arco della giornata il valore di riferimento è intorno a 40÷55% in funzione della tipologia di impianto. In fase di progettazione un valore di riferimento tipicamente dimensionante è il 42%. Il coefficiente di utilizzazione totale  $C_{tot}$  aggiunge, al coefficiente di utilizzazione regolare, un tempo aggiuntivo R che considera il ritardo che si può globalmente generare; tale valore di coefficiente totale può essere considerato accettabile per brevi periodi della giornata (ore di punta), oltre i quali i fenomeni perturbativi che si andrebbero a generare sarebbero difficilmente riassorbibili.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati per lo scenario attuale e futuro. I valori di coefficiente regolare mostra un livello di utilizzo più che accettabile nello scenario attuale; nello scenario futuro la velocizzazione degli itinerari di ingresso nello scalo a 60 km/h, che riducono il tempo di occupazione degli itinerari stessi, permette di ottenere un coefficiente di utilizzazione ammissibile (43%) che indica una situazione di normale utilizzo senza particolari criticità.

Scenari o	Tempo di osservazione [h]	N. Circolazioni [treni/giorno]	C <sub>reg</sub>	C <sub>tot</sub>
<b>Attuale</b>	20	241	0,30	0,31
<b>Futuro</b>	20	286	0,43	0,46

Tabella 3 – Risultati della verifica sul bivio/PC lato Milano

## 10.2 Verifica di capacità dei binari dello scalo

È stata fatta, quindi, una analisi con la teoria delle code del futuro fascio arrivi/partenze dello Scalo di Brescia (XI FM, XII FM e XIII FM). Tale analisi è effettuata tramite software IF-Queue (software proprietario Italferr). Il software fornisce indicazione sulla probabilità che si formi una coda sulla base del numero di canali serventi, dell'intertempo tra gli arrivi e del tempo medio di servizio ipotizzati.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>LINEA A.V. /A.C. MILANO - VERONA</b>  <b>POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE DELLO SCALO DI BRESCIA</b>					
<b>RELAZIONE TECNICA DI ESERCIZIO</b>	COMMESSA IN1M	LOTTO 10	CODIFICA D 16 RG	DOCUMENTO ES 00 01 001	REV. A	FOGLIO 28 di 29

Il valore massimo di probabilità accettabile secondo la teoria è del 5%; può venire ammesso un valore di massima probabilità di poco superiore in quanto l'aggiunta di un ulteriore binario implicherebbe una riduzione eccessiva della probabilità ammissibile.

È stato ipotizzato un funzionamento di 20 ore giornaliere (4 ore vengono lasciate come fascia libera coerentemente con le interruzioni disponibili da FCL per le linee afferenti).

Sono considerate 12 coppie/giornaliere di treni in ingresso e uscita dal terminal, per un totale di 24 circolazioni/giorno.

L'intertempo medio tra gli arrivi è il rapporto tra ore giornaliere disponibili dell'impianto e numero di circolazioni giornaliere.

### 10.2.1 Verifica di capacità dei binari del fascio arrivi/partenze (competenza RFI)

Il fascio di Arrivi/Partenze è composto dai 3 binari esterni al terminal e di competenza RFI, dedicati alla ricezione e alla partenza dei treni. Anche se questi eventi sono programmati all'orario, possono essere soggetti a ritardi per imprevisti. Pertanto, il fascio deve disporre di una capacità adeguata al fine di garantire il regolare funzionamento dell'impianto.

Il tempo medio di servizio è il tempo medio delle azioni necessarie durante la fase di arrivo e quelle di partenza. Durante la fase di arrivo i tempi ipotizzati sono (e specularmente durante la fase di partenza):

- disaccoppiamento locomotrice di linea: 5 minuti
- accoppiamento locomotrice di manovra: 5 minuti
- tempo di attesa per entrare nel fascio di carico/scarico: 15 minuti
- tempo di movimentazione: 5 minuti

Il tempo medio di servizio risulta essere, quindi ipotizzato intorno ai 25÷30 minuti.

In Figura 18 è riportata la sintesi dei risultati; il valore di probabilità inferiore al 5% mostra che tale fascio di 3 binari risulta essere adeguatamente dimensionato per sopportare il traffico previsto in ingresso/uscita dal terminal.

INPUT		
Servers (max 101)	Average interarrival time* [time unit]	Average service time* [time unit]
$s$	$1/\lambda$	$1/\mu$
3	0,84	0,5
*Average interarrival time and average service time expressed with the same time unit		
OUTPUT		
Queuing Probability		
$P_q = 1 - (P_0 + P_1 + \dots + P_n)$ [for $1 \leq n < s$ ]		2,41%
Average number in queue [users]		
$L_q = P_0(s\rho)^{s+1}/s^2(s-1)!(1-\rho)^2$		0,006
Average waiting time in queue [time unit]		
$W_q = L_q/\lambda$		0,005
Average waiting time in system [time unit]		
$W_s = W_q + 1/\mu$		0,505
Average number in system [users]		
$L_s = L_q + \lambda/\mu$		0,601

Figura 18 – Risultati della verifica del Fascio Arrivi/Partenze

## 11 CONCLUSIONI

La presente progettazione prevede l'adeguamento dello scalo merci di Brescia al fine di soddisfare le esigenze del nuovo terminal intermodale a servizio di TerAlp.

La topologia dell'impianto ha richiesto, al fine di rendere più funzionale dal punto di vista operativo le circolazioni da/verso il terminal, la realizzazione di un'asta da 750m lato Milano tramite la quale effettuare la ribattuta dei treni.

Il modello di esercizio ipotizzato è stato verificato in alcuni punti singolari dell'impianto sulla base di metodi analitici di verifica della capacità; i risultati ottenuti dimostrano, in particolare, che i 3 binari del fascio arrivi/partenze gestito da RFI risulta essere adeguatamente dimensionato per il traffico giornaliero stimato in ingresso/uscita dal terminal.