



LNG Logistics Monfalcone, Italia

Distribuzione GNL in Regione Friuli-Venezia Giulia

Studio della Logistica

Doc. No. P0030812-1-H7 Rev. 0 - Agosto 2022

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	C. Bellini M. Speranza F. Camisetti	G. Rossetti	A. Lo Nigro	04/08/2022

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	2
LISTA DELLE FIGURE	2
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	3
1 INTRODUZIONE	4
2 SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3 DOMANDA DI GNL	6
4 LOGISTICA MARITTIMA DEL GNL	8
5 LOGISTICA TERRESTRE DEL GNL	11
6 GESTIONE DELLA MOVIMENTAZIONE DEI TRENI TRA IL PARCO ESTERNO ED IL PORTO E PRESSO IL PORTO	14
7 INDICAZIONI PRELIMINARI SUL TRASPORTO FERROVIARIO	19
8 INDICAZIONI PRELIMINARI SUL TRASPORTO STRADALE	23
9 SIMULAZIONE DELLA CATENA LOGISTICA CON IL MODELLO WITNESS	25
9.1 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE	27
10 CONCLUSIONI	31
REFERENZE	32

APPENDICE A: Scheda tecnica dell'ISO tank container

APPENDICE B: Scheda tecnica del carro ferroviario pianale per il trasporto container tipo SGGRS

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1:	Domanda di GNC ed GNL per i grandi consumatori per la prima fase di implementazione	6
Tabella 3.2:	Distribuzione mensile domanda di GNL	7
Tabella 4.1:	Caratterizzazione meteomarina - zona a largo di Bibione – Dati di vento	9
Tabella 4.2:	Caratterizzazione meteomarina - zona a largo di Bibione – Dati di onda	10
Tabella 6.1:	Tempistiche delle manovre del locotrattore incluse nella simulazione dinamica	18
Tabella 7.1:	Caratteristiche degli scali ferroviari merci utilizzabili come hub di smistamento	19
Tabella 7.2:	Utilizzo della modalità ferroviaria per il trasferimento dei container agli hub di smistamento	19
Tabella 7.3:	Itinerari ferroviari su rete RFI per il raggiungimento degli hub di smistamento	21
Tabella 7.4:	Grado di utilizzo della rete ferroviaria per il raggiungimento degli hub di smistamento	21
Tabella 8.1:	Utilizzo della modalità stradale per il trasferimento dei container ai siti di utilizzo	23
Tabella 8.2:	Valutazione del numero di camion necessari a soddisfare le esigenze di operatività degli hub (trasporto + movimentazione)	24
Tabella 9.1:	Target atteso e prestazioni dei sottosistemi shuttle tanker e inoltro terrestre	28
Tabella 9.2:	Ripartizione percentuale dell'utilizzo della nave madre	28
Tabella 9.3:	Ripartizione percentuale dell'utilizzo della shuttle tanker	29
Tabella 9.4:	Ripartizione percentuale dei movimenti della gru di piazzale	30

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1:	Porto di Monfalcone ed indicazione della banchina Molino Casillo	4
Figura 4.1:	Ordine di movimentazione dei container pieni (area di riempimento fronte banchina)	8
Figura 4.2:	Ordine di posizionamento dei container vuoti (area di caricazione fronte banchina)	9
Figura 5.1:	Schema operativo del processo di distribuzione del GNL	11
Figura 5.2:	Gru per la movimentazione dei container a piazzale di tipo RMG (Rail Mounted Gantry)	12
Figura 5.3:	Layout preliminare del terminal portuale	12
Figura 5.4:	Carri tipo SGRS per il trasporto di due container da 40 piedi	13
Figura 7.1:	Distribuzione territoriale degli utilizzatori finali ed itinerari ferroviari per il loro raggiungimento	20
Figura 9.1:	Processo della simulazione dinamica ad eventi discreti	25
Figura 9.2:	Schema Rappresentativo degli Elementi costituenti il Modello di Simulazione e dei Limiti di Batteria	26
Figura 9.3:	Schermata del modello di simulazione sviluppato	27
Figura 9.4:	Frequenza di utilizzo delle manichette per il riempimento dei container	29

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

bcm	billion cubic meter
c.a.	corrente alternata
CAPEX	Capital Expenditure
COSEVEG	Consorzio di Sviluppo Economico della Venezia Giulia
DES	Discrete Event Simulation
FVG	Friuli-Venezia Giulia
GNC	Gas Naturale Compresso
GNL	Gas Naturale Liquido
OPEX	Operating Expenditure
PIR	Prospetto Informativo della Rete
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
RID	Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses
RMG	Rail Mounted Gantry (crane)
RTG	Rubber Tired Gantry (crane)

1 INTRODUZIONE

La società costituenda LNG LOGISTIC, cui soci fondatori sono SBE-VARVIT, DANIELI, ACCIAIERIE VENETE e MOLINO CASILLO, si farà carico di gestire l'importazione e la distribuzione di gas naturale liquefatto a imprese manifatturiere del Nord-Est Italia, grandi consumatrici di gas naturale. Tale iniziativa ha lo scopo di contribuire in maniera significativa al raggiungimento dell'indipendenza dalle forniture di gas dalla Russia, con un target di distribuzione di gas ai consumatori finali pari a 1 bcm/anno.

RINA è stata selezionata per condurre le verifiche tecniche necessarie per verificare la fattibilità del progetto, coprendo diverse tematiche all'interno dell'intero ciclo logistico considerato.

Il progetto consiste dei seguenti elementi chiave:

- ✓ Una nave madre (di taglia pari a 145,000 m³ di GNL stoccato) ormeggiata al largo della rada di Monfalcone e della costa veneto-friulana. Il rifornimento di GNL a tale nave verrà garantito da una nave gasiera, non trattata in questo progetto;
- ✓ Una "shuttle carrier" (di taglia pari a 12,000 m³ di GNL stoccato) adibita al trasporto di GNL dalla nave madre a terra;
- ✓ Una banchina per il trasferimento di GNL dalla shuttle carrier a terra. La banchina "Molino-Casillo", sita all'interno del porto di Monfalcone, è stata selezionata per questo scopo, avendo la possibilità di allaccio ad un collegamento ferroviario esistente. Un'immagine satellitare dell'area e della banchina è fornita nella seguente Figura 1.1:



Figura 1.1: Porto di Monfalcone ed indicazione della banchina Molino Casillo

- ✓ Un sistema di trasferimento del GNL installato sulla banchina, per permettere il riempimento di ISO-container dalla shuttle carrier ormeggiata. Gli ISO-container saranno poi caricati su treni per la distribuzione nell'area del Nord-Est Italia. Una parte del GNL sarà invece trasportata su gomma, con lo scopo di rifornire i clienti che si trovano in prossimità di Monfalcone;
- ✓ Cinque Hub (aree individuate: Udine, Verona, Padova, Brescia, Marzaglia) destinati ad accogliere gli ISO-container trasportati su rotaia e smistare il GNL capillarmente verso gli utenti finali. La tratta tra ciascun hub e l'utente finale sarà coperta da trasporto su gomma;
- ✓ Gli utenti finali, dove il GNL consegnato sarà rigassificato in loco e reso disponibile al loro stesso utilizzo.

La soluzione tecnica proposta è altamente flessibile, avente pertanto la potenzialità di essere adattata ad aree differenti con caratteristiche analoghe a quelle individuate per il terminale di Monfalcone.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente rapporto analizza specificamente gli aspetti riguardanti la logistica ed i trasporti, prevalentemente per la parte terrestre, ed include le seguenti parti illustrate nei rispettivi capitoli:

- ✓ Paragrafo 3: Analisi della **domanda di GNL**, che raggiunge un valore complessivo di 1,7 mln m³ (equivalenti a 1 bcm di GNC), ripartita tra 15 grandi consumatori localizzati nelle province di Udine, Padova, Verona, Brescia e Modena, in maggioranza raggiunti via trasporto multimodale (treno + strada) ed in piccola parte solo tramite strada (per i siti prossimi al porto);
- ✓ Paragrafo 4: Ipotesi operative per quanto riguarda la **logistica marittima**, dalla nave madre fino agli impianti di riempimento dei container cisterna;
- ✓ Paragrafo 5: Ipotesi operative per quanto riguarda la **logistica terrestre**, dagli impianti appena citati fino ai siti di consumo del GNL;
- ✓ Paragrafo 6: Dettaglio della gestione della **movimentazione dei treni sia all'interno dell'area portuale che tra l'area portuale ed il fascio di presa/consegna**, dove avviene l'inoltro dei treni sulla rete ferroviaria nazionale;
- ✓ Paragrafo 7: Indicazioni preliminari sul **trasporto ferroviario**, che hanno permesso di valutare l'entità e i costi dei servizi su ferro;
- ✓ Paragrafo 8: Analoghe indicazioni preliminari sul **trasporto stradale** di ultimo miglio, anch'esse a supporto della stima iniziale dei relativi costi;
- ✓ Paragrafo 9: Valutazione della capacità operativa del sistema con limiti di batteria identificati, ai fini del presente studio, tra la nave madre ed il fascio di presa/consegna sulla base delle ipotesi operative descritte nel dettaglio nei precedenti capitoli, effettuata mediante il **software di simulazione dinamica Witness**, mettendo in evidenza le prestazioni dei singoli sottosistemi.

Si rimanda agli altri rapporti inclusi nella documentazione di progetto e rilevanti ai fini della lettura del presente rapporto per i dettagli tecnici relativi a:

- ✓ Doc. No. P0030812-1-H3 "Ubicazione nave madre e sistema di ormeggio";
- ✓ Doc. No. P0030812-1-H4 "Studio meteomarinario preliminare";
- ✓ Doc. No. P0030812-1-H8 "Studio di manovrabilità";
- ✓ Doc. No. P0030812-1-H9 "Impianti onshore per gestione e trasferimento GNL".

3 DOMANDA DI GNL

Nella prima fase di implementazione l'impianto in oggetto dovrà soddisfare una movimentazione annua complessiva di 1 bcm di GNC, equivalenti a circa 1,7 mln m³ di GNL (utilizzando un fattore di conversione di 600 m³ di GNC per ogni m³ di GNL).

Tale domanda di GNL è destinata ad essere trasferita verso gli impianti produttivi dei grandi consumatori indicati nella tabella seguente, con il dettaglio della quantità richiesta per ciascuno di essi.

Tabella 3.1: Domanda di GNC ed GNL per i grandi consumatori per la prima fase di implementazione

Grande Consumatore	Quantità annua GNC (mln m ³)	Quantità annua LNG (mln m ³)	Quantità ISO tank container
Alfa Acciai, Brescia	45.000.000	75.000	2.036
Ori Martin, Brescia	40.000.000	66.667	1.809
Feralpi, Lonato (BS)	54.000.000	90.000	2.443
Ferriera Valsabbia, Odolo (BS)	26.000.000	43.333	1.176
IRO, Odolo (BS)	16.000.000	26.667	724
Acciaierie Venete, Sarezzo (BS)	18.000.000	30.000	815
Distretto della ceramica di Sassuolo (MO)	500.000.000	833.333	22.612
Acciaierie Venete, Padova	33.000.000	55.000	1.493
Pittini, Osoppo (UD)	56.000.000	93.333	2.533
Fantoni, Osoppo (UD)	40.000.000	66.667	1.809
Cartiera Burgo, Tolmezzo (UD)	50.000.000	83.333	2.262
ABS, Udine	70.000.000	116.667	3.166
Pittini, Verona	22.000.000	36.667	995
Metinvest, San Giorgio di Nogarò (UD)	25.000.000	41.667	1.131
SBE, Monfalcone (GO)	18.000.000	30.000	815

Per quanto riguarda il distretto della ceramica di Sassuolo (MO), si precisa che al momento non sono ancora note le aziende che potranno aderire all'iniziativa, ma che quest'ultime saranno localizzate in un intorno di circa 15 km rispetto a Sassuolo.

Ai fini della modellazione con il software di simulazione dinamica¹ si assume che la domanda sia equamente distribuita durante l'arco dell'anno.

¹ Nel seguito del testo verranno opportunamente messe in evidenza le assunzioni sull'operatività del sistema che sono state utilizzate per lo sviluppo del modello illustrato nel Capitolo 9

Tabella 3.2: Distribuzione mensile domanda di GNL

Mese	Target GNL [m ³]
Gennaio	143.367
Febbraio	129.493
Marzo	143.367
Aprile	138.742
Maggio	143.367
Giugno	138.742
Luglio	143.367
Agosto	143.367
Settembre	138.742
Ottobre	143.367
Novembre	138.742
Dicembre	143.367

Complessivamente la fornitura di GNL alle aziende richiederà la movimentazione di 45.819 tank container del tipo da 40 piedi (circa 12 metri), ciascuno avente una capacità nominale di 40,95 m³, e capacità operativa ridotta del 10% in quanto è opportuno non svuotare completamente le cisterne ma lasciarvi una piccola quantità di GNL residua ad ogni ciclo di riempimento/svuotamento (si veda l'Appendice A per la scheda tecnica del container).

4 LOGISTICA MARITTIMA DEL GNL

Come anticipato nell'introduzione, la prima parte della catena logistica si sviluppa lato mare, ed è caratterizzato dalle seguenti attività (si veda la schematizzazione dell'intero processo nella Tabella 4.1).

- ✓ Il GNL – rifornito tramite una nave gasiera, la cui trattazione non è inclusa in questo progetto (il GNL è stato considerato sempre disponibile durante la carica della bettolina ai fini della simulazione dinamica) – verrà temporaneamente immagazzinato nella **nave madre**, ormeggiata ad una boa collocata a circa 15 km dalla costa di Bibione in direzione sud-ovest, con possibilità di movimento in caso di necessità legate a condizioni meteorologiche sfavorevoli; la nave madre ha una capacità di circa 146.000 m³ di GNL.
- ✓ Una **bettolina** o **shuttle carrier** può affiancarsi all'unità madre per il trasferimento del GNL dall'una all'altra; la capacità della bettolina è 12.000 m³, ma anche in questo caso soltanto il 90% può essere effettivamente utilizzato, in quanto occorre lasciare sempre un residuo ad ogni ciclo di riempimento/svuotamento; il riempimento della bettolina da parte della nave madre avviene ad un rateo medio di 2.000 m³ all'ora, necessitando quindi di 5,4 ore per il suo completamento; a questo intervallo occorre aggiungere i tempi tecnici per ormeggio/disormeggio, per effettuare il collegamento dei bracci di carico e per consentire le operazioni di raffreddamento delle cisterne per un totale di 5,5 ore.
- ✓ La bettolina percorre una distanza di circa 40 miglia nautiche, alla velocità di 14 nodi in quasi 3 ore, per arrivare al porto di Monfalcone dove procede ad accosto e ormeggio presso la banchina ex-De Franceschi, attualmente in concessione al gruppo industriale Casillo. La navigazione è consentita con le limitazioni di cui all'Ordinanza della Capitaneria di Porto di Monfalcone n° 52/2017, di approvazione del Regolamento di sicurezza per la navigazione, la sosta e gli accosti in tale porto.
- ✓ Una volta ormeggiata può procedere alle operazioni di connessione al sistema di riempimento degli ISO container; ciascuna manichetta può procedere al riempimento delle cisterne dei container ad un rateo medio di 45 m³/h, ciascun container deve essere preventivamente raffreddato prima di iniziare il riempimento. Il tempo necessario al riempimento di ogni container è di circa 1 h, comprensiva delle operazioni di collegamento e di scollegamento della manichetta e di raffreddamento. Si è considerato che le operazioni di trasferimento GNL e s/collegamento delle manichette possano essere effettuati durante tutte le 24 h giornaliere.
- ✓ I container vuoti sono disponibili per le operazioni di riempimento negli appositi spazi direttamente in banchina: 8 spazi a terra ed una possibilità di impilaggio di 4 container, per un totale di 32 container; per questi sono disponibili 20 manichette di riempimento che possono essere utilizzate contemporaneamente.
- ✓ Dal momento che ogni cisterna necessita di essere attaccata manualmente alla corrispondente manichetta di rifornimento, si procederà a tale operazione un container alla volta, traslando quindi nel tempo l'inizio delle operazioni di riempimento; tale procedura consentirà di conseguenza di riempirli e di poterli spostare per la carica in momenti successivi.
- ✓ Via via che viene completato il riempimento delle cisterne, le manichette vengono staccate e riposizionate presso container nelle adiacenze, in modo da non incrociare le tubazioni di collegamento; pur potendo muoversi sia per file che per colonne, le manichette vengono ricollocate prediligendo uno spostamento all'interno della stessa colonna.
- ✓ Ogni pila potrà contenere sia container pieni che vuoti ma, ai fini della simulazione dinamica, si è assunto che non sia possibile posizionare un container vuoto su un container pieno (è possibile invece posizionare un container pieno su un container in carica). Al fine di ottimizzare la disponibilità di alloggiamento dei container vuoti si è scelto di dare priorità allo "svuotamento completo di una pila" (Figura 4.1). Al fine di facilitare le operazioni di collegamento delle manichette si è scelto di posizionare i container vuoti dando priorità alle pile con minor numero di container (Figura 4.2).

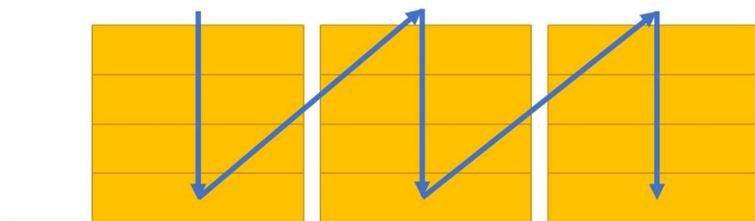


Figura 4.1: Ordine di movimentazione dei container pieni (area di riempimento fronte banchina)



Figura 4.2: Ordine di posizionamento dei container vuoti (area di caricazione fronte banchina)

Al fine di valutare l'operabilità della Shuttle tanker alla nave madre e nel porto di Monfalcone sono state considerate le seguenti condizioni meteomarine e relative soglie:

- ✓ alla nave madre:
 - Limite vento per ormeggio e connessione manichette: 7,5 m/s,
 - Limite vento per disormeggio e disconnessione manichette: 10 m/s,
 - Limite altezza onda per ormeggio e connessione manichette: 1 m,
 - Limite altezza onda per disormeggio e disconnessione manichette: 1,25,
- ✓ al porto di Monfalcone:
 - Limite vento per ormeggio: 12,5 m/s,
 - Limite vento per disconnessione manichette: 15 m/s,
 - Limite vento per disormeggio: 18 m/s.

Data la caratterizzazione meteomarina del Porto di Monfalcone (Doc. No. P0030812-9-H4 - Studio Meteomarin Preliminare) nessuna interruzione durante le operazioni di manovra di ormeggio e disormeggio per condizioni meteorologiche avverse è stata considerata ai fini della simulazione dinamica. Si presume che le condizioni di superamento di soglia operativa non siano tali da influenzare la logistica.

Le condizioni meteomarine nella zona a largo di Bibione sono da ritenersi limitanti per quanto riguarda l'operabilità della shuttle tanker e sono caratterizzate da eventi le cui caratterizzazioni sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 4.1: Caratterizzazione meteomarina - zona a largo di Bibione – Dati di vento

	Frequenze di Eccedenza (%)	Durata Media Evento Sopra Soglia (ore)	Frequenze di Eccedenza (%)	Durata Evento Sopra Soglia Media (ore)
Vento [m/s]	7.5		10	
Annuale	23,14	10,55	10,94	9,70
Gennaio	26,19	14,01	13,74	13,75
Febbraio	26,99	14,91	14,76	12,20
Marzo	25,17	11,79	12,38	9,58
Aprile	22,58	8,46	8,99	7,21
Maggio	19,57	7,35	6,74	5,94
Giugno	15,61	6,26	5,21	5,43
Luglio	14,85	6,09	5,01	5,63
Agosto	16,50	6,87	5,47	5,96
Settembre	22,56	9,72	9,38	8,18
Ottobre	29,22	13,61	14,60	10,79
Novembre	31,03	16,20	18,70	12,65
Dicembre	27,62	15,47	16,54	15,38

Tabella 4.2: Caratterizzazione meteomarina - zona a largo di Bibione – Dati di onda

	Frequenze di Eccedenza (%)	Durata Media Evento Sopra Soglia (ore)	Frequenze di Eccedenza (%)	Durata Evento Sopra Soglia Media (ore)
Onda [m]	1		1.25	
Annuale	12,96	15,97	7,53	13,68
Gennaio	16,35	17,56	9,59	16,00
Febbraio	16,85	18,39	11,39	17,48
Marzo	15,45	15,94	9,00	14,67
Aprile	11,59	12,23	5,84	9,83
Maggio	8,35	10,87	3,54	7,79
Giugno	5,79	11,49	2,90	9,78
Luglio	4,38	8,71	1,71	6,25
Agosto	4,48	9,00	1,73	5,56
Settembre	10,76	13,95	5,67	10,73
Ottobre	17,48	16,64	9,79	13,33
Novembre	24,56	20,76	16,34	17,22
Dicembre	19,74	21,55	13,13	17,74

5 LOGISTICA TERRESTRE DEL GNL

Come anticipato nel capitolo precedente, il trasporto terrestre del GNL avverrà tramite ISO container con cisterna, che potranno essere caricati sia su carri ferroviari che su trailer stradali.

Il ciclo del trasporto del GNL è illustrato schematicamente nella figura seguente.

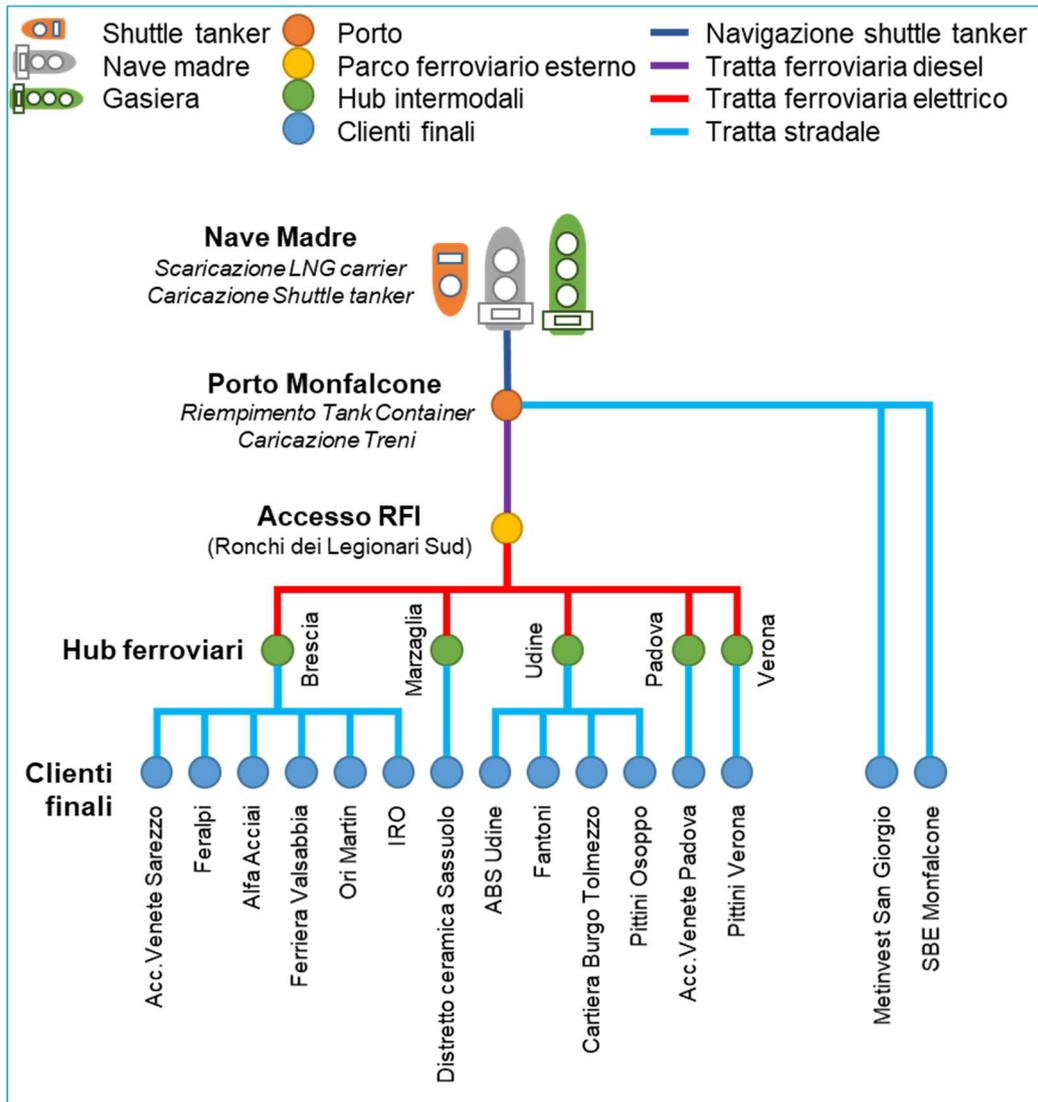


Figura 5.1: Schema operativo del processo di distribuzione del GNL

Una volta riempite le cisterne, i container potranno essere trasferiti sui treni - qualora essi siano presenti sui binari di carico dedicati - o essere collocati sul piazzale della stessa banchina in attesa che i treni siano disponibili; viceversa, i container vuoti saranno posizionati sul fronte banchina per effettuare il riempimento. In funzione della presenza di treni e Shuttle tanker al porto, il trasferimento da e per l'area di caricazione fronte banchina e da e per l'area di caricazione dei binari è stato considerato prioritario rispetto al posizionamento sul piazzale di accatastamento.

In entrambi i versi, il trasferimento avverrà mediante una gru a cavalletto (preferibilmente su rotaia RMG, Rail Mounted Gantry come da Figura 5.2 o eventualmente su gomma RTG, Rubber Tired Gantry), atta a movimentare i container tra la banchina, la zona di collocazione temporanea e la zona di carico dei treni e viceversa.

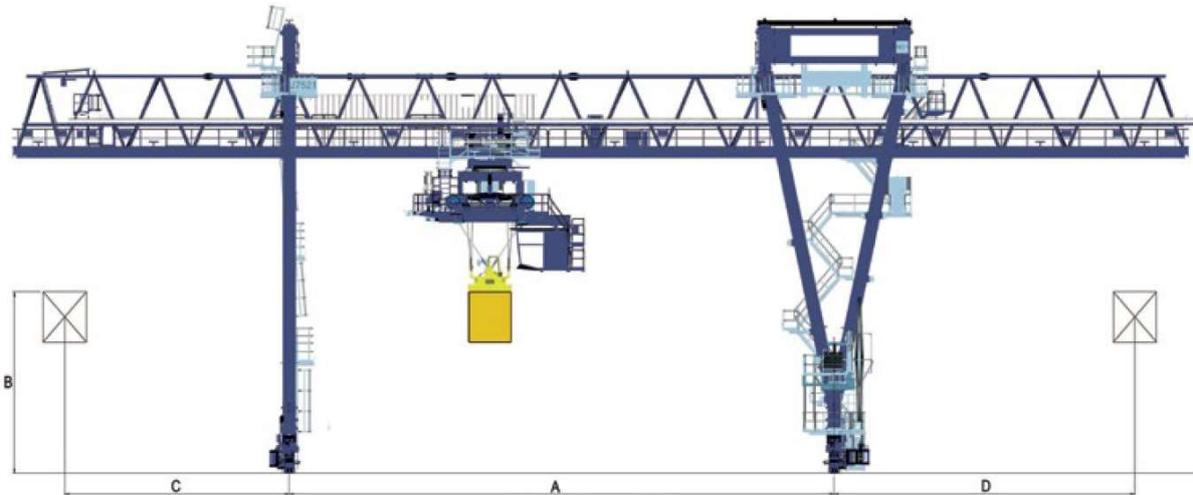


Figura 5.2: Gru per la movimentazione dei container a piazzale di tipo RMG (Rail Mounted Gantry)

Ai fini della modellazione con il software Witness si è assunto che la gru possa movimentare fino a 30 container all'ora (2 minuti per ogni movimento).

La zona di collocazione temporanea (Figura 5.3) potrà ospitare fino a 160 container (8 baie, 5 pile e 4 tiri da 40 piedi), in parte pieni (in attesa di essere caricati sui treni), in parte vuoti (in attesa di essere riempiti dalla nave shuttle), in proporzione variabile a seconda delle esigenze di riempimento delle cisterne o di carico sui carri ferroviari.

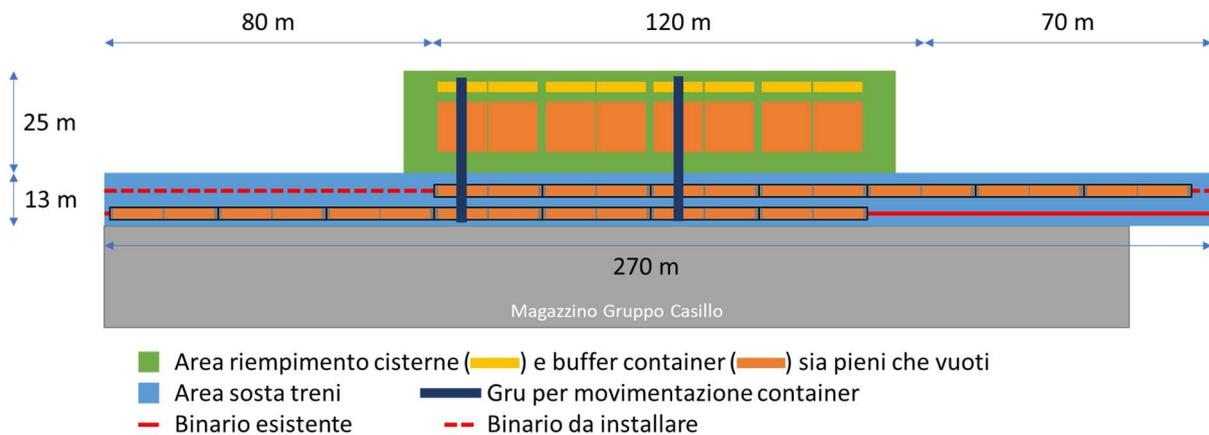


Figura 5.3: Layout preliminare del terminal portuale

Per lo sviluppo del modello di simulazione dinamica è stato assunto che ogni pila non possa contenere contemporaneamente container pieni e vuoti (se libera, è possibile il posizionamento di un container proveniente dal treno e quindi vuoto, sopra di esso è possibile posizionare solo container vuoti, viceversa se viene posizionato un container proveniente dalla zona di caricazione fronte banchina su di esso troveranno alloggiamento solo container pieni);

I binari di carico dovranno essere due (di cui solo uno attualmente esistente), ciascuno lungo circa 270 metri, con un fronte di carico di soli 120 metri, in corrispondenza della banchina e del relativo piazzale di collocazione temporanea. La tettoia presente in fregio al capannone esistente dovrà essere eliminata per permettere la scaricazione/caricazione dei container in verticale tramite la RMG.

I carri ferroviari saranno del tipo SGRS da 80 piedi (articolati, con due semi-carri e tre carrelli, lunghezza tra i respingenti di 26,5 m, Figura 5.4), in grado di trasportare due container da 40 piedi (si veda l'Appendice B per la scheda tecnica del carro); ciascun treno sarà composto da 20 carri, per una lunghezza complessiva di circa 530 m, escluso il locomotore.



Figura 5.4: Carri tipo SGRS per il trasporto di due container da 40 piedi

Per ovviare alla limitata lunghezza del fronte di carico, per caricare i container pieni e per scaricare i container vuoti tramite la RMG, i treni devono essere suddivisi in convogli aventi al massimo sette carri, di cui soltanto quattro potranno essere impegnati nelle operazioni di caricazione/scaricazione dei container; per caricare i rimanenti tre occorrerà spostare il convoglio, per collocarli in corrispondenza dell'area di movimentazione della RMG.

Essendo composto da 20 carri, ciascun treno completo dovrà essere quindi suddiviso in tre parti (7+7+6 carri) per procedere alle operazioni di scaricazione e caricazione. Sono state ipotizzate due modalità di scomposizione e trasferimento dei treni: la prima prevede che il treno completo venga trasferito dal parco esterno (di cui si dirà a breve) ed il porto e qui venga ripartito nelle tre parti; la seconda prevede che la scomposizione del treno avvenga nel parco esterno e soltanto due delle tre parti vengano trasferite al porto; la terza parte viene trasferita insieme alla prima parte del treno successivo; in tal modo ci sarebbero tre invii dal parco esterno verso il porto (ed altrettanti in senso inverso) ogni due treni completi in arrivo/partenza al parco esterno.

I movimenti dei carri ferroviari in ambito portuale, lungo il raccordo di collegamento, nel parco esterno e tra questo ed il fascio di presa e consegna verranno gestiti tramite locotrattore, un veicolo bimodale in grado di marciare su binario e su strada, agevolando in tal modo le manovre di inversione e rendendo quindi superflua la presenza di un binario parallelo di trasferimento dell'unità di trazione.

Come già anticipato, una volta completate le operazioni di caricazione dei container pieni sui carri ferroviari, essi verranno trasferiti ad un parco esterno, dove - qualora si utilizzi la seconda modalità di trasferimento dei carri tra il parco esterno ed il porto - verranno effettuate le operazioni di composizione del treno completo; nel parco esterno il treno completo attenderà l'autorizzazione ad essere trasferito nel fascio di presa e consegna, dove avverrà l'aggancio del locomotore elettrico e la verifica del treno all'idoneità per il suo inoltro sulla rete ferroviaria nazionale. Il fascio di presa e consegna sarà collocato presso la stazione di Ronchi dei Legionari Sud, in cui dovranno essere riattivati almeno un binario di sosta (compatibile con la lunghezza di 530 metri) ed uno di transito fuori linea per lo spostamento del locomotore elettrico.

Da qui il treno completo potrà raggiungere uno dei cinque hub di smistamento verso i clienti finali: Brescia Fascio Merci, Marzaglia, Padova Interporto, Udine Parco e Verona Porta Nuova Scalo. Negli scali ferroviari di destinazione i container pieni saranno scaricati dai treni tramite reach stacker e caricati sui trailer stradali, che raggiungeranno via strada i siti di utilizzo presso le aziende indicate in precedenza.

Una volta completate le operazioni di svuotamento delle cisterne presso i clienti finali, si procederà al trasporto dei container vuoti verso il porto: dagli stabilimenti raggiungeranno via strada i centri di smistamento, verranno caricati sui treni e inviati nuovamente alla stazione di Ronchi dei Legionari Sud, dove - dopo lo sgancio del locomotore elettrico nel fascio di presa e consegna - verranno portati al parco esterno dal locotrattore e da qui inviati al porto attraverso il raccordo di collegamento.

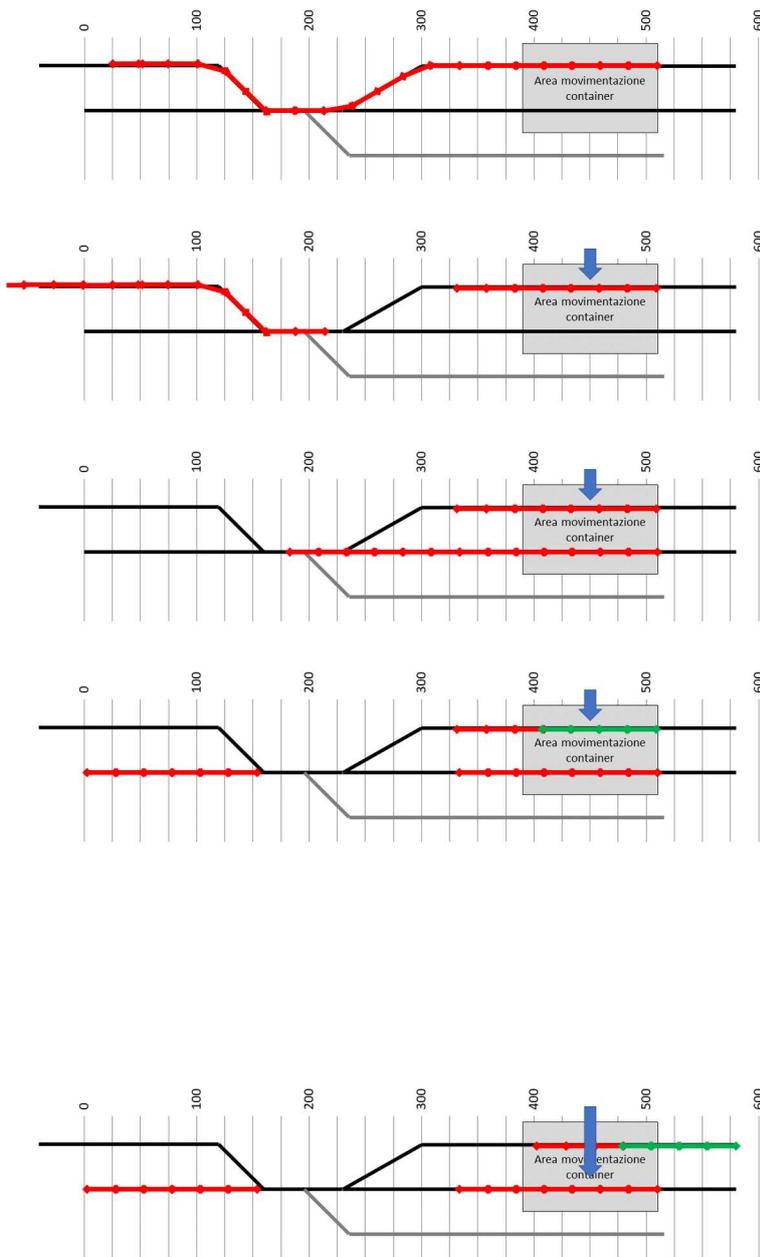
Per due clienti finali (SBE e Metinvest) non verrà utilizzata la modalità ferroviaria in quanto essi si trovano a breve distanza dal porto: per essi i container saranno pertanto distribuiti soltanto con la modalità stradale e le operazioni di caricamento dei trailer stradali avverranno nelle stesse aree di carico dei treni, quando queste non saranno occupate dai treni stessi. Ai fini della modellazione con il software Witness è stato considerato l'arrivo di 1946 camion annui previsti per i soli giorni feriali (sabato e domenica esclusi);

6 GESTIONE DELLA MOVIMENTAZIONE DEI TRENI TRA IL PARCO ESTERNO ED IL PORTO E PRESSO IL PORTO

Come detto in precedenza, le operazioni di scaricazione dei container vuoti e di successiva caricazione dei container pieni avverranno in prossimità dell'area di collocazione temporanea; tuttavia, l'area in cui operano le RMG e in cui è possibile effettuare le operazioni di movimentazione dei container è limitata ad un fronte utile di 120 metri.

Di seguito si riportano due ipotesi di gestione della movimentazione dei treni tra il parco esterno ed il porto e presso il porto, che tengono in considerazione le suddette limitazioni (treno completo da 20 carri e treno in configurazione ridotta a 14 carri).

Ipotesi 1 – Treno completo da 20 carri



Il treno completo (20 carri) viene trasferito dal parco esterno al porto e viene posizionato in modo tale che il primo carro sia all'inizio dell'area predisposta per la movimentazione dei container.

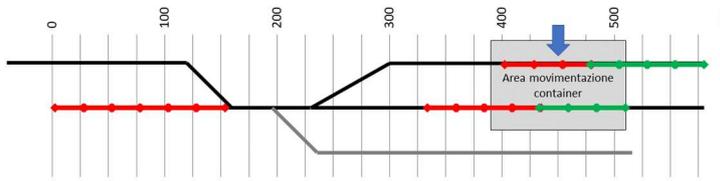
I primi sette carri sono sganciati dal treno e per questi iniziano le operazioni di scaricazione dei container vuoti e di caricazione di quelli pieni.

I rimanenti carri sono condotti in retrocessione in modo tale da permetterne il collocamento sul binario parallelo a quello dove sono stati lasciati i primi sette carri.

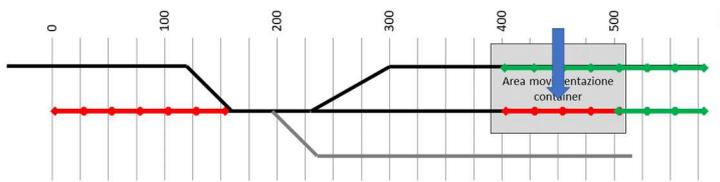
Altri sette carri sono separati e lasciati sul binario a disposizione per le operazioni di movimentazione dei container; i rimanenti sei sono condotti in retrocessione verso il binario di sosta collocato a lato del binario di ingresso del porto; il terzo semi-treno può avere al massimo sei carri, in quanto la lunghezza del tronchino non permette la sosta di convogli più lunghi senza intralciare il deviatore di ingresso che deve rimanere libero per il passaggio di altri carri.

Una volta terminata la caricazione dei primi quattro carri sul primo binario, le RMG procedono con le operazioni di movimentazione dei container sul secondo semi-treno e nel frattempo il primo viene spostato in avanti per collocare gli altri tre

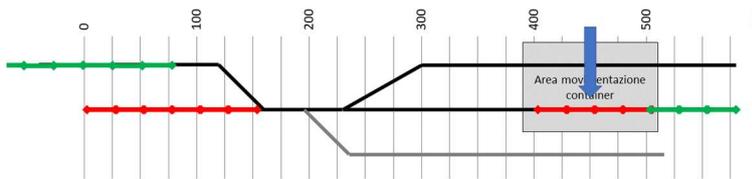
carri nell'apposita area di movimentazione.



Una volta terminata la caricazione dei primi quattro carri sul secondo binario, le RMG procedono con le operazioni di movimentazione dei container sui rimanenti tre carri del primo semi-treno e nel frattempo anche il secondo semi-treno viene spostato in avanti per collocare gli altri tre carri nell'apposita area di movimentazione.



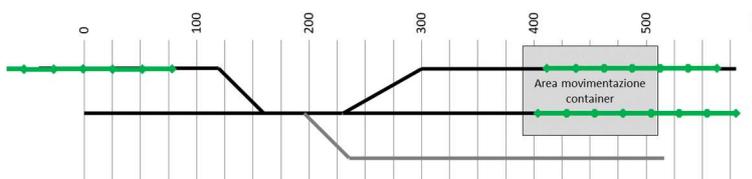
Terminate le operazioni di movimentazione dei container sul primo semi-treno, si procede al completamento delle stesse operazioni sugli ultimi tre carri del secondo semi-treno,



Il primo semi-treno viene portato in retrocessione sul binario di uscita dal porto, dove resta in attesa del completamento della caricazione di tutti gli altri carri; per questo movimento occorrerà non oltrepassare il segnale di protezione lato treno del PL di via dei Boschetti.



Infine, anche il terzo semi-treno viene condotto sul primo binario (dove in precedenza era collocato il primo semi-treno) e si procede alla scaricazione/caricazione dei container in due step (primi tre carri e altri tre carri).



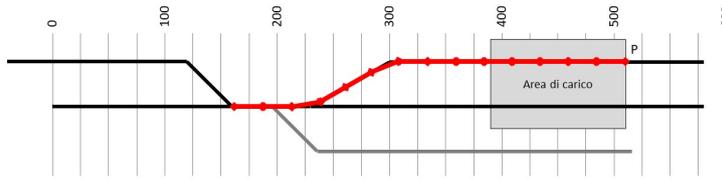
A questo punto, essendo tutti i carri carichi con container pieni, si procede alla composizione del treno completo, agganciando il primo semi-treno già posizionato sul binario di uscita agli altri due.

È stato valutato che, qualora siano disponibili durante la presenza del treno i container pieni pronti per essere caricati, il tempo intercorrente tra l'ingresso del treno in porto e la sua uscita è di circa 2 ore.

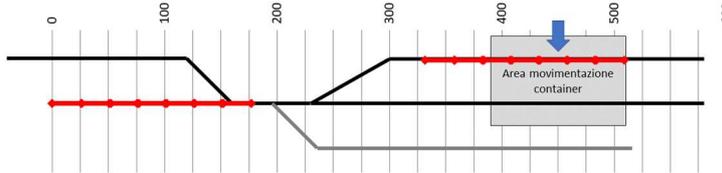
Si sottolinea tuttavia che tale ipotesi di gestione comporta una notevole complessità operativa dovuta alla presenza di tre semi-treni che devono essere spostati in spazi estremamente ridotti e occupando temporaneamente il binario di accesso all'area che dovrà essere utilizzato anche per l'accesso di treni all'area operativa dell'attuale terminalista.

Ipotesi 2 – Treno di lunghezza massima 14 carri

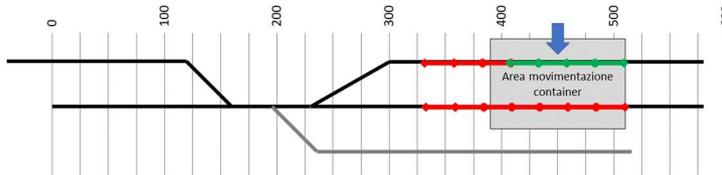
I carri ferroviari vengono trasferiti dal parco esterno al porto in convogli composti al massimo da 14 unità (due semi-treni da sette carri, ognuno dei quali collocato su un binario di movimentazione). Per il primo treno completo da 20 carri, gli ultimi sei vengono lasciati in sosta al parco esterno e potranno raggiungere il porto insieme ai primi sette carri del treno completo successivo.



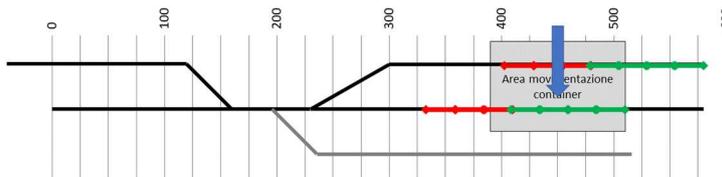
Il convoglio da 14 carri è condotto al porto e posizionato in modo tale che il primo carro sia all'inizio dell'area predisposta per la movimentazione dei container.



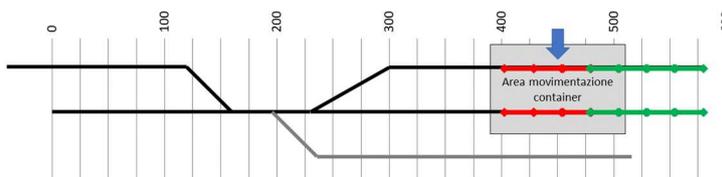
I primi sette carri sono sganciati dal treno e per questi iniziano le operazioni di scaricazione dei container vuoti e di carica di quelli pieni.



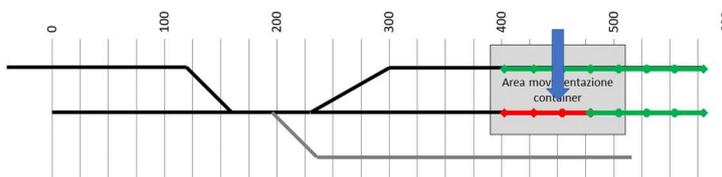
I rimanenti carri sono condotti in retrocessione in modo tale da permetterne il collocamento sul binario parallelo a quello dove sono stati lasciati i primi sette carri.



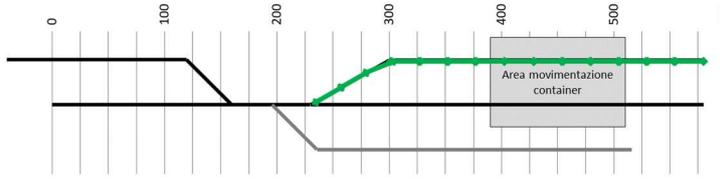
Una volta terminata la carica dei primi quattro carri sul primo binario, le RMG procedono con le operazioni di movimentazione dei container sul secondo semi-treno e nel frattempo il primo viene spostato in avanti per collocare gli altri tre carri nell'apposita area di movimentazione.



Una volta terminata la carica dei primi quattro carri sul secondo binario, le RMG procedono con le operazioni di movimentazione dei container sui rimanenti tre carri del primo semi-treno e nel frattempo anche il secondo semi-treno viene spostato in avanti per collocare gli altri tre carri nell'apposita area di movimentazione.



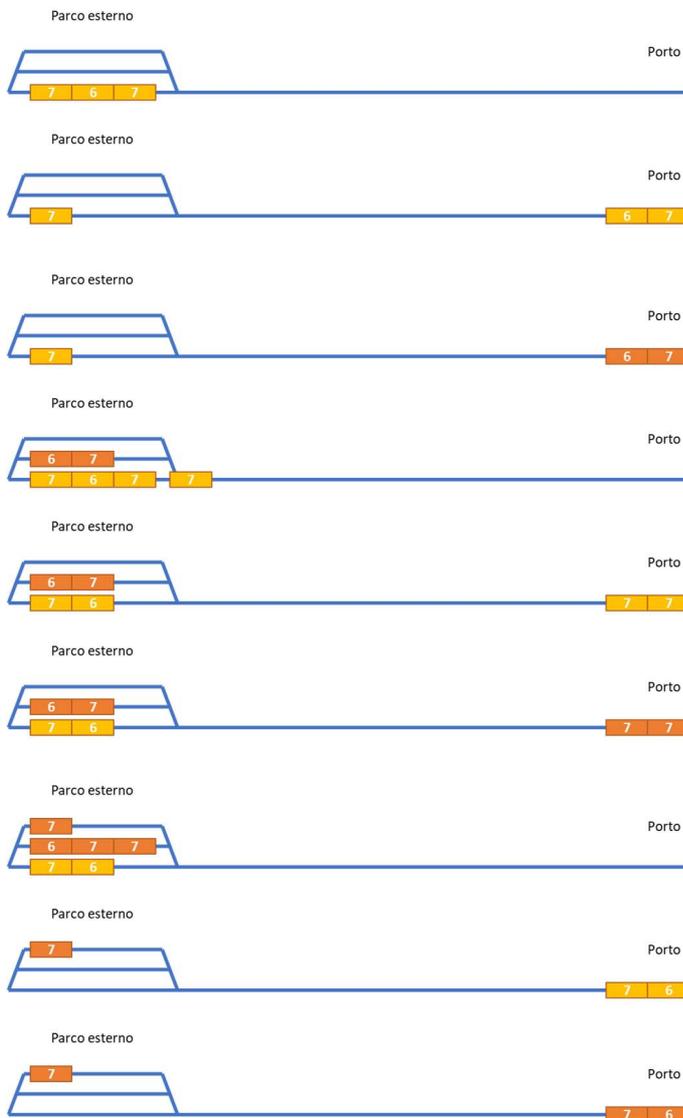
Terminate le operazioni di movimentazione dei container sul primo semi-treno, si procede al completamento delle stesse operazioni sugli ultimi tre carri del secondo semi-treno.



A questo punto, essendo tutti i carri carichi con container pieni, si procede alla composizione del convoglio, agganciando i due semi-treni da sette carri, che può essere trasferito al parco esterno.

È stato valutato che, qualora siano disponibili durante la presenza del treno i container pieni pronti per essere caricati, il tempo minimo intercorrente tra l'ingresso del treno in porto e la sua uscita è di circa 1,5 ore.

Per la composizione del treno completo da 20 carri, occorre attendere che i sei carri lasciati precedentemente in sosta possano essere trasferiti e caricati al porto insieme ai primi sette carri del treno successivo, secondo il seguente schema operativo.



Il primo treno da 20 carri arriva al parco esterno, viene suddiviso in due semi-treni, di cui uno da 13 carri che viene avviato al porto

I rimanenti sette carri attendono l'arrivo del treno successivo; una volta che il precedente convoglio da 13 carri è tornato al parco esterno, vengono accoppiati ai primi sette carri del secondo treno ed avviati al porto;

Gli ultimi 13 carri – ciò che rimane del secondo treno – sono avviati al porto, una volta che il convoglio precedente è tornato al parco esterno



Rispetto alla precedente ipotesi, questa seconda comporta una gestione operativa meno complessa in ambito portuale, ma necessita che le tempistiche di ricezione/inoltro dei treni siano coordinate tra di loro.

Il raccordo ferroviario

L'area portuale attualmente in concessione al Gruppo Casillo è raggiunta da un raccordo ferroviario privato, che di distacca dalla rete ferroviaria nazionale in corrispondenza della stazione di Ronchi dei Legionari Sud, per uno sviluppo complessivo di 6.373 m.

Il raccordo - che risulta inutilizzato dal 2003 - è di proprietà del Consorzio di Sviluppo Economico della Venezia Giulia (COSEVEG), che ne sta promuovendo un intervento di manutenzione ordinaria e straordinaria finalizzato alla sua riattivazione. L'intervento è finanziato con Decreto Regionale del Direttore Centrale delle Infrastrutture e Territorio n. 5515/TERINF DD 28.11.2019.

L'impianto di raccordo è dotato di due scali (ciascuno comprendente due binari passanti affiancanti la dorsale) posizionati il primo a ridosso della stazione di Ronchi dei Legionari Sud ed il secondo intermedio alla dorsale, parallelo a via Chico Mendes; il ripristino di quest'ultimo non è incluso nel progetto proposto da COSEVEG.

Sulla dorsale insistono 12 attraversamenti a raso, in corrispondenza delle seguenti strade: via Begliano, via Vittorio Veneto (*), SP 2 – via Marconi (*), strada poderale al km 2+403, strada poderale al km 3+015, strada poderale al km 3+670, strada poderale al km 4+007 (*), via delle Risorgive (*), via Bagni Nuova (*), via dei Boschetti (*), via Bagni Vecchia (*) e via dei Canneti (*); Per gli attraversamenti indicati con (*) il progetto ha previsto la dotazione di appositi impianti di protezione ("semaforizzazione") che prevede l'assenza di barriere di chiusura della carreggiata ma segnalazioni ottiche ed acustiche (SOA) lato strada secondo Codice e protezione a segnali lato treno, con controllo di efficienza delle segnalazioni medesime, ad azionamento automatico tramite sensori di comando a pedali lungo linea.

Considerando il regime di marcia a vista ad una velocità massima di 30 km/h, ridotta a 5 km/h in corrispondenza dei passaggi a livello (in quanto non dotati di barriere), il raccordo è percorribile da un estremo all'altro in circa 30 minuti.

Per tutte le zone in cui si prevede la sosta dei carri ferroviari trasportanti container pieni di GNL (parco esterno e fascio di presa/consegna) occorrerà includere nella progettazione esecutiva tutte quelle prescrizioni derivanti dall'applicazione delle regolamentazioni in materia di trasporto di merci pericolose, valide sia a livello generale (RID) che a livello specifico del gestore della rete RFI.

Ai fini della modellazione dinamica, escluse le eventuali attese, il ciclo del locotratteore prevede i tempi di manovra indicati nella tabella seguente.

Tabella 6.1: Tempistiche delle manovre del locotratteore incluse nella simulazione dinamica

Manovra	minuti
Trasferimento al parco esterno del treno da 20 carri e suddivisione	30
Trasferimento del convoglio (14 o 13 carri) al porto	30
Posizionamento primo semitreno sul primo binario in prossimità dell'area di caricazione	6
Posizionamento del secondo semitreno sul secondo binario in prossimità dell'area di caricazione	10
Ricomposizione del convoglio al termine delle operazioni di caricazione	20
Trasferimento del convoglio al parco esterno	30
Accoppiamento dei carri e trasferimento a Ronchi dei Legionari	30

7 INDICAZIONI PRELIMINARI SUL TRASPORTO FERROVIARIO

Il trasporto ferroviario verrà utilizzato a partire dal porto per raggiungere i cinque hub di smistamento che si trovano nelle vicinanze dei siti di utilizzo dei grandi consumatori.

Tabella 7.1: Caratteristiche degli scali ferroviari merci utilizzabili come hub di smistamento

Hub	Orari di apertura	Binari ricezione treni	Binari carico/scarico
Brescia Fascio Merci	7 giorni/7 H24	Per i binari I÷VII Fascio Merci il modulo utile varia: - in senso pari: da un min. di 540 m ad un max. di 610 m; - In senso dispari: da un min. di 540 m ad un max. di 610 m.	14 binari destinati al carico e allo scarico merci, 13 dei quali a raso con accesso stradale e 1 con piano caricatore La lunghezza di tali binari varia tra 90 m e 360 m
Marzaglia	dal lunedì al venerdì dalle ore 06:00 alle 21:00 il sabato dalle ore 06:00 alle 12:00	Binari dal III al VIII: da un min di 615 ad un max di 750 metri	Binari I-VII Terminal, da un minimo di 480 ad un massimo di 750 metri
Padova Interporto	00.00/24.00 (escluso dalle 06.00 alle 21.00 dei gg festivi)	Binari IV÷XV Fascio Arrivi/Partenze con modulo utile min.525-max.750 metri	7 binari adibiti a carico/scarico merci (lunghezza non precisata)
Udine Parco	7 giorni/7 H24	Binari I, III, IV: lunghezza 625 metri	I ÷ XI Fascio Parco, da un minimo di 360 m ad un max di 520 m In adiacenza al binario XI Fascio Parco è presente un piano caricatore
Verona Porta Vescovo	7 giorni/7 H24	Binari I – II – V – VI e VII: da 384 a 636 m per i treni dispari, da 396 a 636 metri per i treni pari	Area "Ex Scalo Pubblico" composta da 11 binari; lunghezza da 45 a 138 m Alcuni binari sono a raso ed è presente un piano caricatore

Nota: Informazioni tratte dal Book Merci allegato al Prospetto Informativo della Rete (PIR) di RFI

Sulla base delle quantità presumibilmente consumate dai clienti finali, è possibile determinare il numero di tank container e di treni diretti verso i cinque hub di smistamento, come riportato nella tabella seguente. Per il traffico ferroviario si assume che esso sia operativo 365 giorni all'anno senza interruzioni: in totale si tratta di circa 1.100 treni all'anno, 21 alla settimana, 3 al giorno, per una percorrenza complessiva di 526.461 km all'anno.

Tabella 7.2: Utilizzo della modalità ferroviaria per il trasferimento dei container agli hub di smistamento

Hub	Container/anno	Container/settimana	Treni/anno	Treni/settimana
Brescia Fascio Merci	9.003	173	229	4,40
Marzaglia	22.612	435	566	10,88

Hub	Container/anno	Container/settimana	Treni/anno	Treni/settimana
Padova Interporto	1.493	29	38	0,73
Udine Parco	9.770	188	247	4,75
Verona Porta Vescovo	995	19	25	0,48
TOTALE	43.873	844	1.105	21

Dal prospetto sopra riportato, si nota che per gli scali di Padova Interporto e Verona Porta Nuova Scalo si effettua meno di un treno alla settimana: data la vicinanza di tali impianti ferroviari ai siti di utilizzo (rispettivamente Acciaierie Venete e Pittini) e data la presenza di un raccordo ferroviario industriale, occorre valutare in sede di progettazione operativa la possibilità di condurre i treni direttamente fino alle aree di pertinenza dei clienti finali; tale modalità potrebbe tuttavia rendere necessario un numero di carri ferroviari maggiore, in quanto verrebbero impegnati per un tempo maggiore per le operazioni di trasferimento, di scaricazione dei container pieni e di caricazione di quelli vuoti.

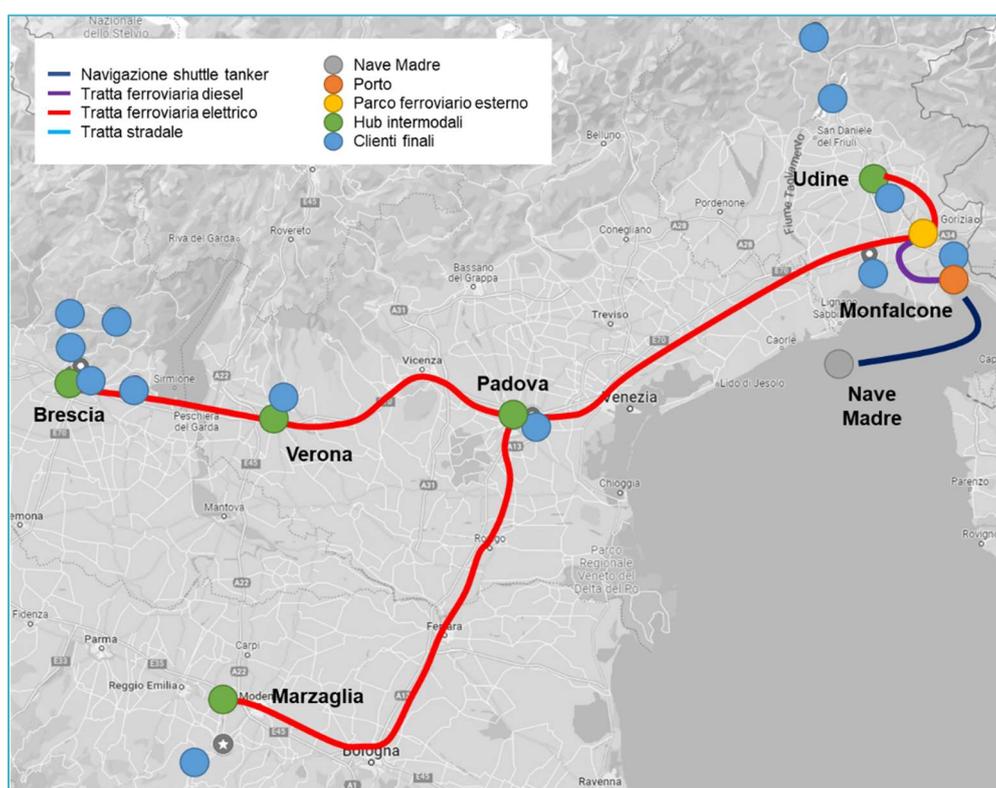


Figura 7.1: Distribuzione territoriale degli utilizzatori finali ed itinerari ferroviari per il loro raggiungimento

Il raggiungimento di questi hub ferroviari avviene mediante altrettanti itinerari ferroviari, che sono riportati schematicamente nella figura precedente.

Nella tabelle seguenti sono riportate le caratteristiche tecniche delle tratte ferroviarie utilizzate dagli itinerari che permettono il raggiungimento degli hub di smistamento e la loro attuale percentuale di utilizzo.

Tabella 7.3: Itinerari ferroviari su rete RFI per il raggiungimento degli hub di smistamento

Itinerario	Lunghezza	Binario	Trazione	Circolazione	Modulo min
Ronchi dei Legionari Sud – Brescia Fascio Mercè (via Venezia – Padova – Verona)	289 km	Doppio	Linea elettrificata a 3 kV (c.a.)	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato Blocco Elettrico Conta Assi Banalizzato	575 m
Ronchi dei Legionari Sud – Marzaglia (via Venezia – Padova – Bologna – Modena)	306 km	Doppio	Linea elettrificata a 3 kV (c.a.)	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato Blocco Elettrico Conta Assi Banalizzato	575 m
Ronchi dei Legionari Sud – Padova Interporto (via Venezia)	145 km	Doppio (semplice per la tratta elementare Dev. Est. Padova - Padova Interporto)	Linea elettrificata a 3 kV (c.a.)	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato Blocco Elettrico Conta Assi Banalizzato	575 m
Ronchi dei Legionari Sud – Udine Parco	52 km	Doppio (semplice per la tratta elementare Ronchi dei Legionari Sud - Ronchi dei Legionari Nord)	Linea elettrificata a 3 kV (c.a.)	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato Blocco Elettrico Conta Assi Banalizzato Blocco Elettrico Conta Assi	600
Ronchi dei Legionari Sud – Verona Porta Vescovo (via Venezia – Padova)	222 km	Doppio	Linea elettrificata a 3 kV (c.a.)	Blocco Elettrico Automatico Banalizzato Blocco Elettrico Conta Assi Banalizzato	575 m

Nota 1: Informazioni tratte dal portale cartografico del Prospetto Informativo della Rete (PIR) di RFI

Nota 2: L'accesso allo scalo di Padova Interporto necessita dell'inversione del senso di marcia a Padova Fascio Secondario

Tabella 7.4: Grado di utilizzo della rete ferroviaria per il raggiungimento degli hub di smistamento

Itinerario	Utilizzo medio delle tratte	Utilizzo massimo delle tratte	Tratte con utilizzo superiore al 60%
Ronchi dei Legionari Sud – Brescia Fascio Mercè	51%	69%	Grisignano di Zocco - Padova Deviatioio Estremo Verona - Vicenza

Itinerario	Utilizzo medio delle tratte	Utilizzo massimo delle tratte	Tratte con utilizzo superiore al 60%
Ronchi dei Legionari Sud – Marzaglia	49%	64%	Gruppo Scambi Montà - Padova Marzaglia - Posto Movimento Lavino
Ronchi dei Legionari Sud – Padova Interporto	47%	56%	Non presenti
Ronchi dei Legionari Sud – Udine Parco	46%	61%	Gorizia Centrale - Ronchi dei Legionari Nord
Ronchi dei Legionari Sud – Verona Porta Vescovo	54%	69%	Grisignano di Zocco - Padova Deviatio Estremo Verona - Vicenza

Nota: Informazioni tratte dal Prospetto Informativo della Rete (PIR) di RFI

Al fine di valutare il numero di treni (ciascuno composto da 20 carri ed un locomotore elettrico) necessari per il trasferimento delle quantità di container previste, occorre valutare l'impegno complessivo annuo per lo svolgimento del servizio di trasporto, per le operazioni di preparazione del treno, considerando:

- ✓ una velocità commerciale di 40 km/h (superiore al valore medio nazionale per i treni merci che si attesta sui 20 km/h);
- ✓ un tempo di scaricazione dei container pieni e di caricazione di quelli vuoti pari a 3 ore (in tale intervallo di tempo tutti i container pieni vengono scaricati dai carri ferroviari mediante reach stacker e collocati su trailer stradali oppure a terra, viceversa altrettanti container vuoti vengono prelevati da terra o da trailer stradali e caricati sui carri ferroviari);
- ✓ un tempo di preparazione del treno - sia nella stazione di Ronchi dei Legionari, sia negli hub di smistamento – pari a 30 minuti, necessari ad effettuare tutte le verifiche richieste per l'inoltro in linea dei treni
- ✓ un tempo totale di operatività all'anno di ciascun treno pari a circa 7 mila ore (24 ore al giorno, 365 giorni all'anno, 20% di inoperatività per controlli e manutenzione).

In totale risulta che il trasporto ferroviario da Ronchi dei Legionari Sud ai cinque hub di smistamento necessita di 17,5 mila ore all'anno di operatività, effettuabile da tre treni completi, con un ulteriore margine di incremento della produttività di circa il 20%. A questi si deve aggiungere un treno completo (senza locomotore elettrico), considerando l'ulteriore tratta di trasferimento da Ronchi dei Legionari Sud al porto ed altre dieci unità di scorta.

In totale sono quindi necessari 90 carri ferroviari di tipo SGRS per il trasporto di due container da 40 piedi e tre locomotori elettrici

Tuttavia, in considerazione del fatto che la circolazione di treni sulla rete ferroviaria RFI può essere effettuata esclusivamente da Imprese Ferroviarie (ai sensi della Direttiva 91/440/CEE del Consiglio dell'Unione Europea), si ritiene opportuno affidare a terzi il servizio di trasporto ferroviario dalla stazione di Ronchi dei Legionari Sud agli hub di destinazione.

La movimentazione ferroviaria tra la stazione di Ronchi dei Legionari Sud ed il porto, svolgendosi su un raccordo privato, potrà essere svolta in autoproduzione, previo ottenimento delle autorizzazioni necessarie.

8 INDICAZIONI PRELIMINARI SUL TRASPORTO STRADALE

La modalità di trasporto stradale verrà utilizzata per il raggiungimento dei siti di utilizzo del GNC presso i clienti finali: verranno utilizzati autoarticolati composti da una motrice e da un semirimorchio stradale atto al carico di un container da 40 piedi.

Per la maggior parte dei clienti il trasporto stradale sarà utilizzato nella sola parte finale del trasferimento, dagli hub ferroviari ai siti di utilizzo e viceversa; come anticipato soltanto nel caso di due clienti finali (Metinvest ed SBE) il trasferimento avverrà esclusivamente per via stradale.

Nella tabella seguente sono indicate le distanze stradali (comprendenti di andata e ritorno) dagli hub ferroviari ai siti di destinazione ed il numero di camion che mediamente ogni giorno potrebbero raggiungere tali siti; il numero di camion al giorno è calcolato ipotizzando 302 giorni operativi all'anno².

La programmazione operativa delle consegne potrebbe seguire un calendario diverso, qualora ad esempio i container di un treno completo venissero trasferiti verso un unico destinatario.

Tabella 8.1: Utilizzo della modalità stradale per il trasferimento dei container ai siti di utilizzo

Hub ferroviario	Grande Consumatore	Distanza A/R da hub [km]	Camion al giorno
Brescia Fascio Merci	Alfa Acciai	50	3
	Ori Martin	64	9
	Feralpi	18	7
	Ferriera Valsabbia	98	4
	IRO	12	6
	Acciaierie Venete	100	3
Marzaglia	Distretto della ceramica	52	75
Padova	Acciaierie Venete	13	5
Udine	Pittini	95	9
	Fantoni	17	11
	Cartiera Burgo	95	6
	ABS	128	8
Verona	Pittini	6	4
Terminal Molino Casillo	Metinvest	82	4
	SBE	2	3

² Sono state escluse le giornate per le quali vige un divieto di circolazione per i veicoli pesanti adibiti al trasporto merci per una durata superiore a 10 ore.

Il numero di camion necessari per consegnare gli oltre 45 mila container all'anno è stato valutato considerando separatamente per ogni hub di smistamento:

- ✓ la percorrenza complessiva effettuata tramite il vettore stradale (2.498.175 km/anno);
- ✓ il tempo correlato a queste percorrenze considerando una velocità commerciale di 50 km/h;
- ✓ 15 minuti per ciascuna operazione di caricazione/scaricazione di un container dal trailer stradale;
- ✓ un'operatività media annua per ciascun camion di 3.866 ore lavorative (16 ore al giorno, 302 giorni all'anno, 20% di inoperatività per guasti e manutenzione).

Tabella 8.2: Valutazione del numero di camion necessari a soddisfare le esigenze di operatività degli hub (trasporto + movimentazione)

Hub	Container/anno Camion/anno	Tempo totale percorrenza [h]	Tempo totale carico scarico [h]	Numero camion necessari
Brescia Fascio Merci	9.003	8.887	4.502	4
Marzaglia	22.612	23.516	11.306	10
Padova Interporto	1.493	394	747	1
Udine Parco	9.770	15.151	4.885	6
Verona Porta Vescovo	995	127	498	1
Monfalcone Porto	1.946	1.887	973	1
TOTALE	45.819	49.963	22.910	23

Complessivamente, quindi, si stima che siano necessari 23 camion (più due unità di scorta), prevalentemente concentrati negli hub di Brescia Fascio Merci, Marzaglia e Udine Parco.

In considerazione di quanto già anticipato nel capitolo precedente, per gli hub di Padova Interporto e Verona Porta Vescovo si potrebbe utilizzare la modalità ferroviaria per l'accesso diretto ai siti di utilizzo, evitando quindi l'impegno di due unità stradali.

Anche per il trasporto stradale è possibile affidarsi ad un fornitore esterno specializzato: in questo caso si potrebbe propendere per tale soluzione, al fine di usufruire di un servizio più flessibile in caso di limitati periodi nei quali si verifica un incremento della domanda.

9 SIMULAZIONE DELLA CATENA LOGISTICA CON IL MODELLO WITNESS

Al fine di valutare la capacità di movimentazione della soluzione proposta, così come descritta nei precedenti paragrafi e di verificare il soddisfacimento della richiesta di 1 bcm di GNC annua complessiva è stata effettuata una analisi della catena logistica tramite lo sviluppo di un Modello di simulazione dinamica (Modello), che include tutti i sottosistemi tra la nave madre ed il fascio di binari di presa/consegna della stazione di Ronchi dei Legionari Sud.

Il Modello è stato sviluppato sulla piattaforma informatica Witness Horizon per analizzare ogni anello del processo logistico e copre le operazioni di trasferimento del GNL off-shore e a terra, dalla carica della shuttle tanker al trasferimento dei treni al parco esterno. Il software si basa sull'approccio Discrete Event Simulation (DES) e funziona rappresentando i singoli eventi che si verificano a determinati intervalli di tempo, tenendo conto delle risorse, dei vincoli e del modo in cui interagiscono (ogni evento si verifica in un istante e segna il cambiamento di stato nel sistema)

Il Modello è in grado di gestire la complessità di un sistema logistico, valutando l'effetto dei processi proposti in un ambiente privo di rischi; Witness Horizon consente, prima di investimenti e implementazione, di ottenere indici e risultati utili in tempi contenuti per snellire i processi decisionali. Il supporto di figure teoriche elaborate facilita anche l'ottenimento di autorizzazioni da parte di autorità e istituzioni finanziarie.

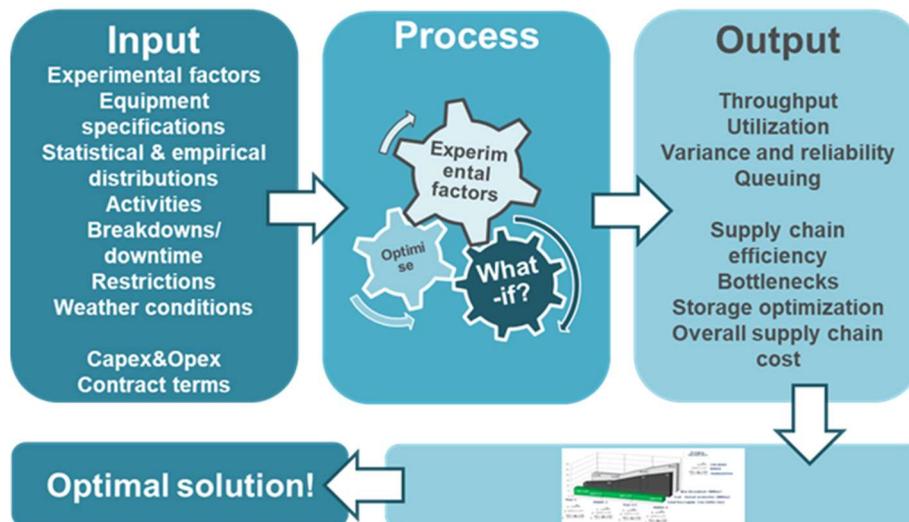


Figura 9.1: Processo della simulazione dinamica ad eventi discreti

Il Modello è stato sviluppato per rappresentare le operazioni di trasferimento del GNL dalla carica della shuttle tanker al trasferimento dei treni al parco esterno e con l'obiettivo di coprire le operazioni di movimentazione degli ISO-container presso il porto di Monfalcone dall'arrivo dei treni carichi di container vuoti alla loro partenza con container pieni.

In virtù dell'attuale fase progettuale di fattibilità, tutte le variabili caratterizzanti il modello sono state considerate in termini di valori medi, privi di caratterizzazione stocastica. Seppur semplificato, l'approccio scelto consente di comprendere le prestazioni complessive della catena di approvvigionamento fornendo risultati e indicatori medi rappresentativi delle capacità del sistema. In particolare, il Modello è in grado di determinare le capacità mensili di movimentazione di GNL e, in caso di impossibilità del sistema di raggiungere i valori target, di identificare i colli di bottiglia, fornendo preziose informazioni per la risoluzione dei problemi già nelle prime fasi progettuali. Si ricorda che la simulazione per la valutazione della capacità del sistema operativo ipotizzato è stato perimetrato entro i limiti di batteria riportati nella seguente figura.

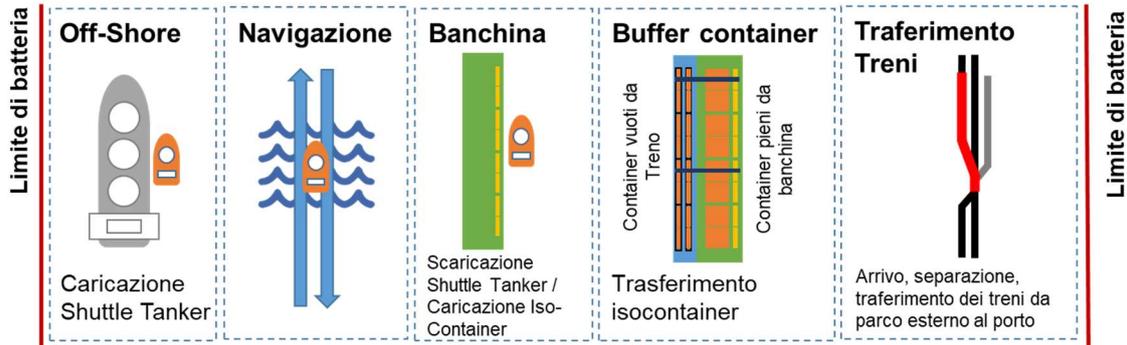


Figura 9.2: Schema Rappresentativo degli Elementi costituenti il Modello di Simulazione e dei Limiti di Batteria

Di seguito viene fornita una descrizione dei moduli da cui è composto il modello di simulazione:

- ✓ **Off-Shore:** rappresenta il punto di caricazione della Shuttle Tanker. Comprende l'operazione dall'arrivo della Shuttle Tanker vuota alla sua partenza successiva al processo di caricazione. L'operazione di trasferimento dura sempre un "tempo medio" quale rapporto della capacità netta considerata sulla rata di trasferimento assunta. Il GNL è stato considerato sempre disponibile (non è stato rappresentato l'approvvigionamento del GNL alla Nave Madre e la capacità è stata assunta in grado di soddisfare sempre la richiesta di prodotto da parte della Shuttle Tanker). Le condizioni meteorologiche avverse, quali vento e onda, sono state implementate per rappresentare le condizioni limite per l'ormeggio, la connessione e disconnessione e il disormeggio della Shuttle Tanker. Nessuna interferenza con altre operazioni è stata considerata. Un'area di attesa è stata prevista per permettere alla metaniera di attendere l'operatività del terminale prevista solo nelle ore giornaliere. I mezzi di rimorchio e servizio sono stati considerati sempre disponibili, non sono stati considerati i tempi di attesa per le manovre per indisponibilità dei rimorchiatori o altri motivi;
- ✓ **Shuttle Tanker:** rappresenta il mezzo scelto per il trasporto del GNL attraverso la navigazione dal Porto di Monfalcone alla Nave Madre. Presso i terminali la Shuttle Tanker effettua operazioni di manovra, ormeggio e disormeggio e di connessione e disconnessione. La metaniera è caratterizzata da capacità, velocità di navigazione e tempi preparatori e necessari alle operazioni di manovra, ormeggio e collegamento. Si fa presente che è stato escluso a priori l'ipotesi dell'impiego di una seconda shuttle tanker, nonostante questo potrebbe migliorare le prestazioni complessive del sistema;
- ✓ **Banchina:** rappresenta il punto di scarica da parte della Shuttle Tanker. Comprende le operazioni di arrivo della Shuttle Tanker carica e la sua partenza successivamente alla fase di scarica e caricazione diretta degli ISO-container, di cui sono state rappresentate le operazioni di connessione e disconnessione delle manichette. Un'area di attesa è stata prevista per permettere alla metaniera di attendere l'operatività del terminale prevista solo nelle ore giornaliere. I mezzi di rimorchio e servizio sono stati considerati sempre disponibili, non sono stati considerati i tempi di attesa per le manovre per indisponibilità dei rimorchiatori o altri motivi;
- ✓ **Buffer Container:** rappresenta il piazzale di alloggiamento dei container pieni, in attesa trasferimento sui treni, e dei container vuoti che saranno posizionati sul fronte banchina per effettuare il riempimento. Il buffer è stato rappresentato formato da pile di container non prevedendo la presenza contemporanea di container vuoti e pieni nella stessa pila. Il modulo comprende la rappresentazione della gru necessaria alla movimentazione dei container tra la banchina, il buffer e la zona di carico dei treni e viceversa. In funzione della presenza di Treni e Shuttle tanker al porto il trasferimento da e per l'area di caricazione degli ISO-container e da e per i binari di carico dedicati è stato considerato prioritario rispetto al posizionamento nell'area di Buffer. Nessuna interruzione delle attività di movimentazione della gru, quali rotture, manutenzioni o fermi dovute a condizioni meteo avverse, è stata simulata;
- ✓ **Trasferimento Treni:** il modulo comprende l'arrivo dei treni da 20 carri e la successiva scomposizione, il trasferimento da e per il porto tramite locotratore e il posizionamento dei carri presso l'area di movimentazione degli ISO-container. Il modulo rappresenta l'ipotesi nella quale i carri ferroviari vengono trasferiti dal parco esterno al porto in convogli composti al massimo da 14 unità i.e. Ipotesi 2 presentata al precedente paragrafo 5). Al fine di valutare la capacità della catena logistica, e quindi la possibilità di raggiungere i target mensili, si sono assunti i treni come sempre disponibili alla stazione di Ronchi dei Legionari (nessuna attesa dei treni da parte del locotratore alla stazione è stata considerata). È stata, inoltre, simulata la distribuzione esclusivamente stradale dei container. Sempre rispettando il target richiesto, l'arrivo e le operazioni di

caricamento dei camion sono state simulate come “a chiamata” e non contemporanee alla presenza dei treni in porto.

Nessuna interruzione causata da possibili guasti, manutenzione straordinaria, ecc. è stata considerata. Si presume che le operazioni di manutenzione vengano svolte durante i tempi di inattività.

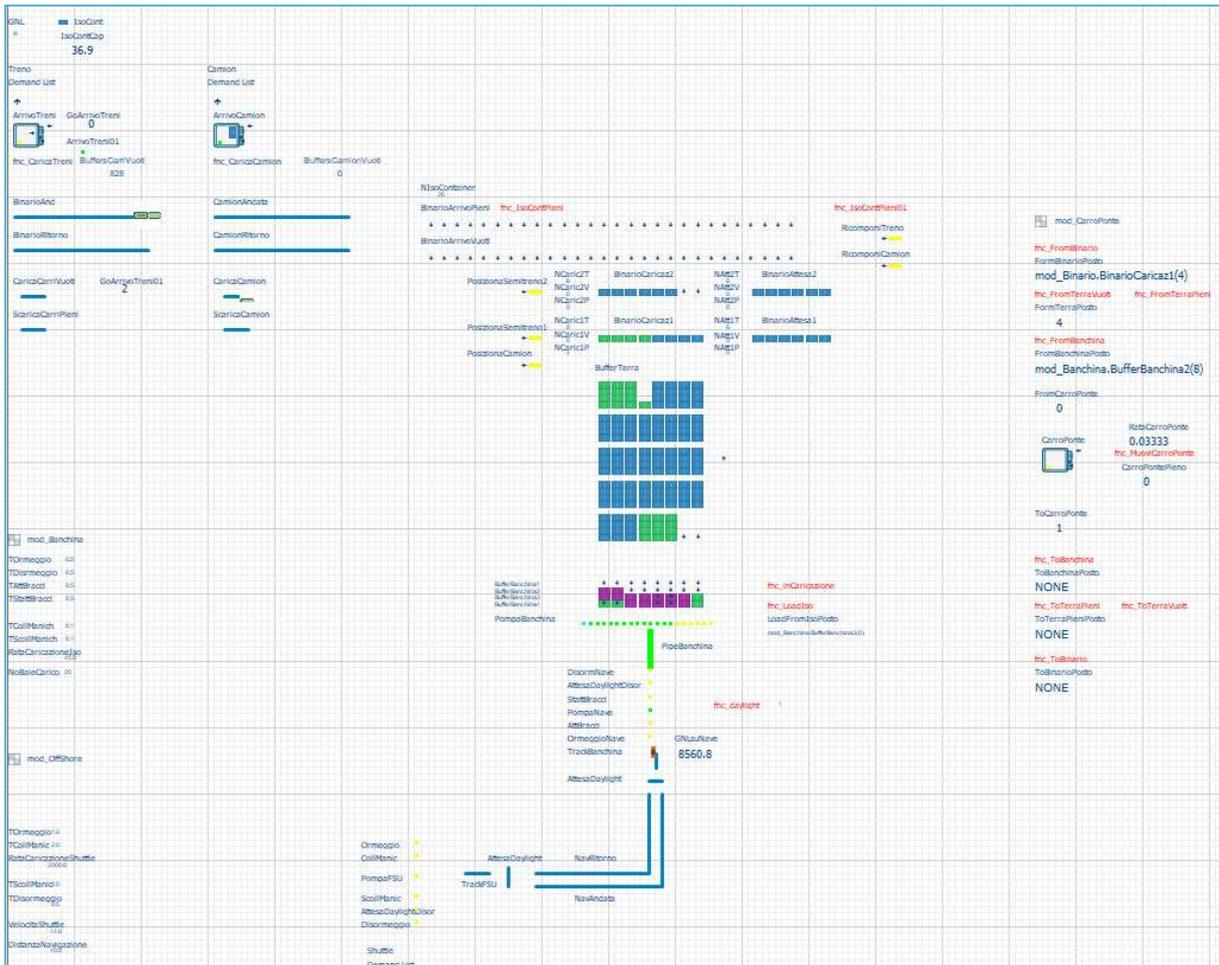


Figura 9.3: Schermata del modello di simulazione sviluppato

9.1 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

Il modello Witness ha permesso di simulare un intero anno di attività e quindi di verificare il comportamento del sistema nel suo complesso e di ciascun singolo sottosistema, compreso tra la nave madre ed il fascio di binari di presa/consegna della stazione di Ronchi dei Legionari Sud.

Complessivamente viene **raggiunto l’obiettivo di movimentazione annua pari a circa 1,7 milioni di m³ di GNL**, superandolo di circa il 6%; tuttavia, in alcuni mesi dell’anno (ottobre-gennaio, in rosso in Tabella 8.2) si verifica **una prestazione del sistema inferiore al target mensile atteso**, recuperata in modo significativo in altri periodi (da marzo a settembre).

Tabella 9.1: Target atteso e prestazioni dei sottosistemi shuttle tanker e inoltro terrestre

Mese	Target GNL [m ³]	Caricato su Shuttle [m ³]	percentuale sul target	Caricato su treni e camion [m ³]	percentuale sul target
Gennaio	143,367	129,298	90%	133,394	93%
Febbraio	129,493	129,298	100%	136,530	105%
Marzo	143,367	161,622	113%	156,050	109%
Aprile	138,742	150,847	109%	151,216	109%
Maggio	143,367	163,945	114%	167,858	117%
Giugno	138,742	159,299	115%	154,722	112%
Luglio	143,367	161,622	113%	163,393	114%
Agosto	143,367	170,173	119%	164,759	115%
Settembre	138,742	142,294	103%	151,622	109%
Ottobre	143,367	150,849	105%	140,921	98%
Novembre	138,742	129,298	93%	134,129	97%
Dicembre	143,367	140,072	98%	139,706	97%

La tabella precedente evidenzia anche il fatto che il sistema di caricazione/scaricazione e inoltro su treni e camion è in grado di assorbire il flusso dei container che vengono riempiti durante la presenza all'accosto dello shuttle tanker: eventuali valori in eccesso o in difetto sono giustificati dalla presenza dell'area buffer, che permette di poter caricare i treni anche in assenza della nave.

Il mancato raggiungimento dell'obiettivo medio mensile per i mesi invernali è dovuto principalmente alla **riduzione di operatività sia della nave madre sia della shuttle tanker per le condizioni meteo marine sfavorevoli** (come riportato nelle precedenti Tabella 4.1 e Tabella 4.2) **e per il ridotto periodo di illuminazione diurna** che influenzano la possibilità di navigazione e di accosto.

Le prestazioni sopra descritte potrebbero sicuramente essere migliorate attraverso l'impiego di una seconda shuttle tanker, per quanto attualmente non prevista nell'iniziale ipotesi progettuale.

L'utilizzo della nave madre è riportato nella tabella seguente; l'effettiva possibilità di utilizzo per la caricazione della shuttle tanker è ridotta a poco più del 25%, mentre l'inattività per le avverse condizioni meteo sfiora il 40%.

Analoghe statistiche sulla durata delle varie attività sono illustrate nella Tabella 9.3 per la shuttle tanker.

Tabella 9.2: Ripartizione percentuale dell'utilizzo della nave madre

Tipo di movimento	Percentuale sul totale
Attesa per meteo	39,4%
Attesa per daylight	8,4%
Ormeggio	4,8%
Collegamento manichette	9,6%
Trasferimento GNL	25,8%
Scollegamento manichette	9,6%
Disormeggio	2,4%

Tabella 9.3: Ripartizione percentuale dell'utilizzo della shuttle tanker

Tipo di movimento	Percentuale sul totale
Alla nave madre	39,6%
In navigazione	10,9%
Al porto, di cui:	49,6%
Attesa per daylight	1,8%
Ormeggio	0,9%
Collegamento manichette	0,9%
Trasferimento GNL	43,9%
Scollegamento manichette	0,9%
Disormeggio	0,9%

Per quanto riguarda il **sistema di riempimento dei container**, si constata che ciascuna manichetta è utilizzata in media al 27% (si tenga presente che quasi per il 50% del tempo non possono essere utilizzate in quanto non è presente all'ormeggio la shuttle tanker): tale valore potrebbe quindi far pensare alla possibilità di una **riduzione del numero di manichette a 16 unità**, con le quali si potrebbe raggiungere la stessa prestazione complessiva, ma con un incremento di utilizzo fino al 33%.

Infatti, come si vede dal grafico sottostante le 20 manichette vengono usate contemporaneamente per il 5% del tempo (calcolato sul tempo in cui è possibile il trasferimento, quando lo shuttle è presente in banchina), periodo che in genere coincide con l'inizio delle operazioni di riempimento dei container ed il sistema di riempimento ha a disposizione 32 container. Successivamente i vincoli derivanti dallo spostamento dei container carichi, porta ad un utilizzo contemporaneo di 13÷15 manichette.

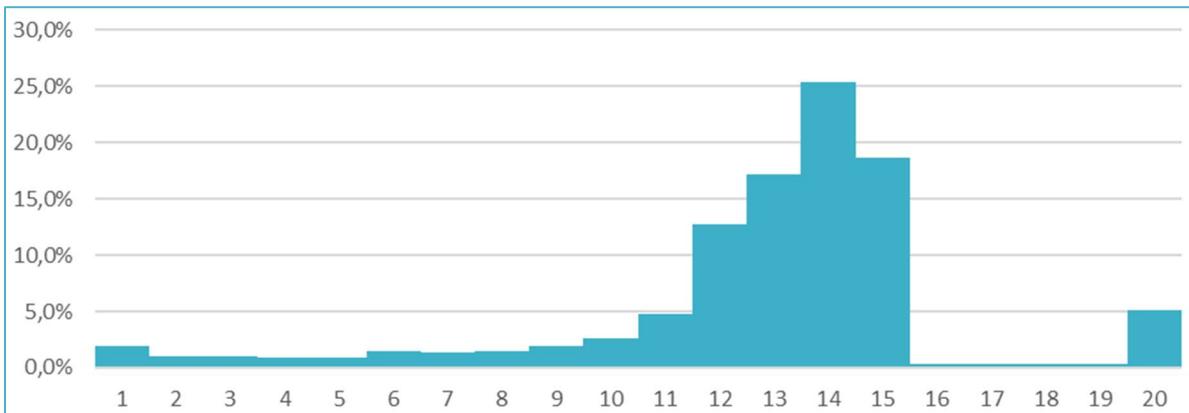


Figura 9.4: Frequenza di utilizzo delle manichette per il riempimento dei container

Il **sistema di movimentazione dei container** (gru a cavalletto) tra la zona di riempimento, il piazzale e la zona di carica/scarica dei treni **ha una percentuale di utilizzo del 62,6%**, ripartito tra le varie operazioni tra le suddette aree come risulta dalla tabella seguente: in pratica soltanto il 30% dei movimenti di container si effettua direttamente tra area di riempimento ed area di carica/scarica da treno, mentre tutti gli altri movimenti utilizzano l'area buffer; in essa in media sono presenti 142 container (circa l'88% della capacità) e mediamente un container vi permane per 26 ore.

Tabella 9.4: Ripartizione percentuale dei movimenti della gru di piazzale

Tipo di movimento	Percentuale sul totale
Container vuoto da treno a piazzale	16%
Container vuoto da treno a postazione di riempimento	14%
Container vuoto da piazzale a postazione di riempimento	14%
Container pieno da piazzale a treno	15%
Container pieno da postazione di riempimento a treno	14%
Container pieno da postazione di riempimento a piazzale	15%
Trasferimento a vuoto	12%

Complessivamente il ciclo simulato contempla l'utilizzo di un numero massimo di 257 carri tra la zona di riempimento ed il fascio di presa e consegna della stazione di Ronchi dei Legionari Sud, comprensivo di un treno completo da 20 carri in attesa di accedere al porto. A questo valore occorre aggiungere:

- ✓ un treno completo da 20 carri in viaggio verso uno dei cinque hub di smistamento (40 container);
- ✓ un treno completo da 20 carri in sosta presso un hub di smistamento, impegnato nelle operazioni di scaricazione (40 container) e caricazione (altri 40 container);
- ✓ altri 40 container distribuiti presso i consumatori finali (impegnati nelle operazioni di svuotamento), che saranno successivamente ricondotti ad uno degli hub di smistamento per la caricazione sul successivo treno;
- ✓ il 10% di container di scorta, che possano rimpiazzare eventuali container non idonei all'utilizzo.

Il **numero totale di container** necessari per la gestione del ciclo completo è pertanto valutabile in **459 unità**.

Il fascio di binari è utilizzato al 60% per caricazione/scaricazione dei treni e per la movimentazione dei treni sui due binari per permettere tali operazioni, mentre per il 3% è utilizzato per la caricazione/scaricazione dei camion che raggiungono direttamente i clienti finali partendo dal porto.

Infine, il locotrattore è utilizzato al 45%: 20% per la movimentazione dei semitreni dal porto al parco esterno e viceversa, 20% per la composizione dei treni nel parco esterno e per la movimentazione dalla stazione di Ronchi dei Legionari sud al parco esterno e viceversa; 5% per la movimentazione e la composizione dei semitreni in porto.

Il raccordo ferroviario risulta occupato al 25% permettendo l'utilizzo senza interferenze significative da parte dei treni diretti al terminal di Molino Casillo.

10 CONCLUSIONI

Nell'ambito dell'iniziativa finalizzata all'installazione di un impianto GNL in Friuli-Venezia Giulia, per la successiva distribuzione del prodotto in forma liquida ad utenze industriali ubicate nel Nord Italia, è stato sviluppato il presente studio della logistica, che ha incluso tutti gli anelli della catena, partendo dalla nave madre, collocata nell'alto Adriatico, fino ad arrivare alla consegna ai clienti finali, localizzati nelle province di Udine, Padova, Verona, Brescia e Modena.

Lo studio ha analizzato nel dettaglio le attività da svolgere, le condizioni operative e le relative tempistiche in ciascuno degli anelli della catena, avvalendosi di una simulazione ad eventi discreti per quanto compreso tra la nave madre ed il fascio di presa/consegna dei treni presso la stazione di Ronchi dei Legionari Sud, che rappresenta la parte più complessa di questo sistema di distribuzione.

Il raggiungimento dell'obiettivo di movimentazione annua del GNL (circa 1,7 milioni di m³ di GNL) viene raggiunto mediamente con margini di capacità modesti, ed è influenzato in particolar modo dall'operatività della nave madre, che specialmente nei mesi invernali (da ottobre a gennaio) risulta limitata dalle condizioni meteo-marine (inattività fino al 40%): in tale periodo la prestazione del sistema è inferiore a quella richiesta (circa 94%)

Per quanto riguarda gli altri sottosistemi, la simulazione ha indicato i seguenti gradi di utilizzo:

- ✓ Shuttle tanker: attività presso la nave madre = 25,8%; attività presso il porto = 43,9%;
- ✓ Sistema di riempimento delle cisterne dei container = 27%; numero medio di manichette utilizzate = 14;
- ✓ Gru a cavalletto: 63%; il 28% dei movimenti di container avviene direttamente tra area di riempimento ed area di caricazione/scaricazione treni; il rimanente prevede un posizionamento del container nell'area buffer;
- ✓ Area buffer per i container = 88%; permanenza media di un container in area buffer = 26 ore;
- ✓ Fascio di binari: 60% per caricazione/scaricazione treni; 3% per caricazione/scaricazione camion (destinati ai clienti finali prossimi al porto);
- ✓ Locotratto = 45% e raccordo ferroviario = 25%;
- ✓ Numero totale di container (comprese le scorte) = 459.

Per quanto concerne l'inoltro terrestre a partire dalla stazione di Ronchi dei Legionari Sud, si prevede l'utilizzo annuo di circa:

- ✓ 1.100 treni da 20 carri per una percorrenza complessiva di 526.461 km (distanza media percorsa via ferrovia di 476 km);
- ✓ 45.819 camion per una percorrenza complessiva di 2.498.175 km (distanza media percorsa via strada di 55 km).

Le tratte ferroviarie utilizzate per il raggiungimento degli hub di smistamento hanno allo stato attuale un coefficiente di saturazione medio compreso tra il 49% ed il 54%, con punte non superiori al 70% soltanto in specifici punti della rete (in corrispondenza dei nodi di Padova, Vicenza, Modena e Gorizia), che quindi non ne pregiudicano l'utilizzo ai fini del presente progetto, salvo ulteriori verifiche sulla disponibilità di tracce orarie che potranno essere condotte nelle successive fasi di sviluppo del progetto.

Si rimanda inoltre alle fasi successive di progetto la verifica ed approfondimenti delle seguenti assunzioni caratterizzanti lo studio, ritenute necessarie anche in virtù dei limitati margini di capacità verificati in questa fase:

- ✓ la distribuzione mensile/giornaliera della domanda, attualmente considerata uniformemente distribuita sulla giornata e sui clienti: non è infatti possibile escludere un maggior fabbisogno nei mesi di criticità già evidenziati in questa fase dello studio e legati prevalentemente alle condizioni meteo-marine invernali;
- ✓ l'ottimizzazione dell'operatività delle manichette di caricazione dei container al fine di valutare la possibile diminuzione delle stesse in virtù degli specifici vincoli operativi legati alla collocazione reciproca containers - manichette;
- ✓ lo schema gestionale che verrà concordato con i clienti finali, che attualmente ipotizza che questi ultimi comincino immediatamente lo scarico del GNL ricevuto, senza tempi di sosta dei containers presso i loro siti sia in arrivo che in partenza dal sito stesso;
- ✓ l'effettiva disponibilità delle tracce e dei carri ferroviari;
- ✓ la disponibilità delle aree in prossimità della Stazione di Ronchi dei Legionari Sud necessarie per la realizzazione dei binari di presa e consegna.

CLBEL/MARSF/FCA06:cla02

REFERENZE

- [1] RFI – Rete Ferroviaria Italiana, 2021, PIR – Prospetto Informativo della Rete, Roma
- [2] Reference example

Appendice A

Scheda tecnica dell'ISO tank container

Doc. No. P0030812-1-H7 Rev. 0 - Agosto 2022



Appendice B

Scheda tecnica del carro ferroviario pianale per il trasporto container tipo SGRS

Doc. No. P0030812-1-H7 Rev. 0 - Agosto 2022





RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.