



02	Luglio 2015	Aggiornamento a seguito del parere n.4/2015 del CSLLPP	S.J.S. Engineering s.r.l.
01	Gennaio 2015	Seconda emissione a seguito dell'approvazione ATF con Voto n. 71/2014 reso dal CSLLPP nell'adunanza del 10.12.2014	S.J.S. Engineering s.r.l.
00	Novembre 2014	PRIMA EMISSIONE	S.J.S. Engineering s.r.l.
REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	PROPONENTE

Stazione appaltante



AUTORITA' PORTUALE DI TRIESTE

Incarico

**PORTO DI TRIESTE - TERMINAL CONTAINER MOLO VII
ALLUNGAMENTO 100m**

Livello progettuale

PROGETTO DEFINITIVO

Soggetto attuatore



Titolo

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Area code

0129 TST

Title code

01001-02

Check

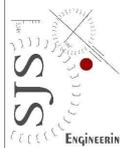
R03

Job code

C-01

Progettazione

S.J.S. Engineering s.r.l.



*Roma (00187)
Via Collina, n. 36
Taranto (74123)
P.zza Castel S. Angelo, n.11
Mosca (123242)
Krasnaya Presnaya
st. 22 - Ufficio 3

Certified office*
COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001 =

Il Responsabile del Procedimento

Il Direttore Tecnico
Ing. Michelangelo Lentini

Progettisti

**Ing. B. Lentini
Ing. A. Porretti
Ing. R. Isola
Ing. M. Filippone
Dott. Geol. G. Cardinali
Ing. V. Colosimo
Ing. L. Drago
Ing. P. Semeraro**

Edited

Lentini B., Porretti

Checked

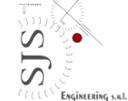
ML

Date

Luglio 2015

Filename

0129TST01001-02-R03.doc

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 1	Di 88

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. INTRODUZIONE	6
3. LA FUNZIONALITÀ ATTUALE DEL TERMINAL CONTAINER.....	8
3.1 POSIZIONE GEOGRAFICA E DETTAGLI SUGLI ORMEGGI.....	8
3.2 ALLESTIMENTI DI BANCHINA (PARABORDI, BITTE)	9
3.3 AREA DI STOCCAGGIO	9
3.4 ATTREZZATURE	10
4. SINTESI PROGETTUALE	11
5. RAPPORTI DI COERENZA CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE.....	14
5.1 IL PIANO REGOLATORE PORTUALE VIGENTE	17
5.2 IL NUOVO PIANO REGOLATORE PORTUALE.....	18
6. ANALISI E PREVISIONI DI TRAFFICO PER IL MOLO VII.....	20
6.1 L’EVOLUZIONE DELLA FLOTTA IMPEGNATA NEL TRASPORTO DEI CONTAINER.....	21
6.2 IL TRAFFICO REGISTRATO NEL TERMINAL CONTAINER DI TRIESTE.....	24
6.3 PREVISIONI DI TRAFFICO	26
6.4 LA NAVE DI PROGETTO	27
7. INDAGINI PROPEDEUTICHE ALL’INTERVENTO.....	29
7.1.1 Rilievi topografici.....	29
7.1.2 Indagini sulle strutture esistenti.....	30
7.1.3 Prospezioni sismiche a riflessione, rilievo multibeam, rilievo magnetometrico e Side Scan Sonar.....	32
7.1.4 Indagini geologico-geotecniche.....	32
7.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI FONDALI	34
8. ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED EVOLUTIVI - INDAGINI ESEGUITE	41
8.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI	41
9. ASPETTI GEOTECNICI	44
10. ASPETTI METOMARINI	46
10.1 BATIMETRIA.....	46
10.2 MAREE.....	47
10.3 CORRENTI	50
10.4 VENTO.....	50

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 2	Di 88

10.5	MOTO ONDOSO.....	53
10.5.1	Moto ondosso all'esterno del porto	53
10.5.2	Valori estremi del moto ondosso all'esterno del porto	60
10.6	CONDIZIONAMENTI CLIMATOLOGICI ALL'OPERATIVITÀ PORTUALE	64
10.6.1	Interruzioni dell'operatività in banchina.....	64
10.6.2	Visibilità atmosferica	64
11.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	67
11.1	STRUTTURE.....	67
11.1.1	Allungamento del Molo esistente (L=100m).....	67
11.1.2	Riqualificazione della banchina esistente (L=300m)	69
11.2	GLI IMPIANTI	70
11.2.1	Introduzione.....	70
11.2.2	Impianto di regimentazione acque meteoriche	71
11.2.3	Impianto antincendio	72
11.2.4	Impianto elettrico.....	73
11.2.5	Superamento dei punti di conflitto tra le reti.....	74
11.3	ALLESTIMENTO DELLA BANCHINA	75
11.3.1	DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEL PARABORDO SUL NUOVO ACCOSTO.....	75
11.3.2	DIMENSIONAMENTO E SCELTA DELLE BITTE.....	77
12.	PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE	79
12.1	CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA.....	79
12.2	CLASSE D'USO	79
12.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	80
12.4	ANALISI STRUTTURALE.....	81
13.	NUOVO LAYOUT OPERATIVO	82
13.1	ATTREZZATURE.....	82
14.	CRITICITÀ E BENEFICI DELL'INTERVENTO.....	83
14.1	GLI ELEMENTI DI CRITICITÀ	83
14.1.1	Operatività del terminal.....	83
14.1.2	Gestione del materiale di risulta dalla trivellazione dei pali	83
14.2	Introduzione di elementi di concorrenzialità nell'offerta del Mediterraneo	85
14.3	I BENEFICI.....	87
14.3.1	Equilibrio tra movimentazioni in banchina e in piazzale	87
14.3.2	Nuove performance in accosto	87
14.3.3	Benefici di natura ambientale	88

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 3	Di 88

INDICE TABELLE

Tabella 1 Flotta operativa mondiale e relativi orderbook (Fonte Alphaliner 2014).....	22
Tabella 2 Ordini 2013-2017 per tipologia di nave (Fonte Alphaliner 2014).....	23
Tabella 3 Consegne 2014-2017 per tipologia di nave (Fonte Alphaliner 2014).....	23
Tabella 4 Andamento del totale movimentato annuo – TEUs (fonte Trieste Marine Terminal).....	24
Tabella 5 Andamento del totale movimentato annuo – Containers (fonte Trieste Marine Terminal).....	24
Tabella 6 Numero di toccate per tipologia di nave – Anno 2013 (Fonte Trieste Marine Terminal)	25
Tabella 7 Numero di toccate per tipologia di nave – Anno 2014 (Fonte Trieste Marine Terminal)	25
Tabella 8 Numero di toccate/mese per gli anni 2013 – 2014 (Fonte Trieste Marine Terminal)	26
Tabella 9 Tipologie e caratteristiche del naviglio.....	27
Tabella 10 Pavimentazione portuale nei 6 punti di indagine	31
Tabella 11 Livelli massimi e minimi di marea per tempi di ritorno significativi (cm) estrapolati dallo Studio specialistico (Volume A, giugno 2011) del Piano Regolatore Portuale del Porto di Trieste.....	49
Tabella 12 Fetches geografici ed efficaci e deviazione tra direzione del vento e delle onde	56
Tabella 13 Distribuzione direzionale dell'altezza d'onda ricostruita all'esterno del porto	58
Tabella 14 Numero di ore mensili ed annuali riferite a diversi livelli di visibilità ricavate da osservazioni tritorarie	66
Tabella 15 Incidenza % mensile e annuale delle ore con diversi livelli di visibilità riferite al numero complessivo di osservazioni.....	66
Tabella 16 Vita nominale.....	79
Tabella 17 Valori del coefficiente d'uso C_U	80

INDICE FIGURE

Figura 1 Planimetria funzionale del Molo VII-Stato di fatto.....	8
Figura 2 Planimetria di progetto – Layout funzionale del terminal.....	12
Figura 3 Particolare ampliamento e riqualificazione	12
Figura 4 Sezione tipologica pali e piastre.....	13
Figura 5 Stralcio della tavola "Piano Regolatore Portuale vigente - stato attuale" del PRP di Trieste	18
Figura 6 Stralcio della tavola "Opere di Piano - assetto di Piano" del nuovo PRP di Trieste (in tratteggio rosso il previsto prolungamento).....	19
Figura 7 Ordini di navi portacontainer suddivisi per tipologie (Fonte Alphaliner 2014)	22

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 4	Di 88

Figura 8 Planimetria dei punti di indagine strutturale	31
Figura 9 Perimetrazione del sito d'interesse nazionale "Trieste"	34
Figura 10 Ubicazione delle indagini eseguite nella campagna del giugno 2011	35
Figura 11 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 0-50 cm e 50-100 cm	36
Figura 12 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 100-150 cm e 150-200 cm	36
Figura 13 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 200-250 cm e 250-300 cm	37
Figura 14 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 300-350 cm e 350-400 cm	37
Figura 15 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 400-450 cm e 450-500 cm	37
Figura 16 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 0-50 cm e 50-100 cm	38
Figura 17 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 100-150 cm e 150-200 cm	38
Figura 18 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 200-250 cm e 250-300 cm	38
Figura 19 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 300-350 cm e 350-400 cm	39
Figura 20 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 400-450 cm e 450-500 cm	39
Figura 21 Possibili modalità di gestione dei sedimenti in base ai risultati della caratterizzazione (Piano generale di gestione dei sedimenti – Piano Regolatore del porto di Trieste, settembre 2014)	40
Figura 22 Carta batimetrica dell'area di intervento	47
Figura 23 Distribuzione delle maree estreme in funzione del tempo di ritorno	48
Figura 24 Livello del mare misurato alla stazione APAT di Trieste - (Studio specialistico Volume A, giugno 2011)	49
Figura 25 Distribuzione del vento per direzione e velocità	51
Figura 26 Distribuzione del vento per direzione e velocità	51
Figura 27 Ubicazione delle stazioni anemometriche di riferimento	52
Figura 28 Regime anemometrico nelle stazioni di riferimento	52
Figura 29 Ubicazione del punto in esame e tracciamento dei fetches efficaci	55
Figura 30 Deviazione tra direzione del vento e delle onde	56
Figura 31 Distribuzione direzionale del moto ondoso ricostruito all'esterno del porto (casi di altezza d'onda maggiore di 0,5 m)	57
Figura 32 Distribuzione direzionale delle altezze d'onda rilevate (da elaborazione dei dati del K.N.M.I., casi di altezza d'onda maggiore di 0,5 m)	60
Figura 33 Distribuzione direzionale dei valori massimi degli eventi indipendenti ricostruiti all'esterno del porto di Trieste	61
Figura 34 Area cui si riferiscono i dati del K.N.M.I.	62
Figura 35 Risultati dell'analisi degli eventi estremi	63
Figura 36 Percentuali mensili dei livelli di visibilità	65
Figura 37 Stralcio della tavola "Opere di Piano e Dragaggi – Assetto di Piano" del nuovo PRP (giugno 2011)	85

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 5	Di 88

1. PREMESSA

L'attività programmatoria avviata dall'Autorità Portuale e dal Concessionario dell'area demaniale del Molo VII, ha come obiettivo quello di offrire concrete risposte alle nuove esigenze del traffico containerizzato internazionale.

Nel settembre 2014, nelle more del completamento dell'iter autorizzativo del Nuovo PRP, l'Autorità Portuale di Trieste, in conformità a quanto indicato nel voto n° 44/99 dell'Assemblea Generale del C.S.LL.PP., adeguato con voto n. 93/09, per andare incontro alle rinnovate esigenze del Concessionario, ha avviato un procedimento di adeguamento tecnico-funzionale del Piano Regolatore Portuale vigente, licenziato con voto n° 71/2014 reso nell'Adunanza del C.S.LL.PP., in data 10/12/2014.

La TMT S.p.A., da quel momento, ha assunto l'onere di fornire i vari livelli di progettazione, affidandoli alla S.J.S. Engineering s.r.l. di Roma.

Il 1° dicembre 2014, con Nota Prot. N.:P/158/12/2014, la T.M.T. ha consegnato all'Autorità Portuale di Trieste il Progetto Definitivo "Terminal Container Molo VII - Allungamento 100m" - fase 1.

Il 19 gennaio 2015, con Nota Prot. N.:P09/01/2015, la T.M.T. ha consegnato all'Autorità Portuale di Trieste la FASE 2 del PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO CANTIERABILE "Terminal Container Molo VII – Allungamento 100m" (0129TST-C01 – Emissione 01).

Il 21 gennaio 2015, Il C.S.LL.PP riceve dall'Autorità Portuale di Trieste, con Nota Prot. N. 0000385 del 19 gennaio 2015, la FASE 2: PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO CANTIERABILE "Terminal Container Molo VII – Allungamento 100m" (0129TST-C01 – Emissione 01).

In riscontro alla Nota Prot. N. 0000385, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha trasmesso all'Autorità Portuale di Trieste con nota Prot. N. U.0005718.23-07-2015, il *Parere n.4/2015 reso nell'Adunanza del 3 Luglio 2015 con le prescrizioni, osservazioni e raccomandazioni in esso esposte.*

La presente emissione della "Relazione tecnica generale" recepisce ed ottempera alle osservazioni/prescrizioni ricevute.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 6	Di 88

2. INTRODUZIONE

Il processo di aggiornamento delle flotte portacontainer, poderoso nell'ultimo decennio, ha reso sempre più stringente la necessità di adeguare, le strutture portuali, al fenomeno del gigantismo navale che sta caratterizzando il trasporto delle merci, nelle tratte del Far-East Mediterraneo, in particolare.

Un ulteriore elemento di novità è costituito dalle Grandi Alleanze tra i Carrier, tutte le compagnie marittime, infatti, sono state oggetto di un interessante fenomeno di aggregazione, sempre nell'ottica, di ricorrere a navi sempre più grandi e sempre più veloci e a basso impatto ambientale. Circostanze queste che hanno imposto nei Porti del Mediterraneo, e non solo, un radicale adeguamento dei servizi offerti che, inevitabilmente, comporta una radicale rivisitazione dell'equipment e delle infrastrutture.

In sintesi, la domanda converge su terminal container che possano offrire banchine di lunghezza multipla ai 400m (quindi in grado di ospitare 2 navi madri contemporaneamente); fondali mai inferiori ai 16m e qui il Molo VII ne garantisce mediamente 18; equipment di trasbordo in banchina in grado di liberare dal carico le navi di grandi dimensioni in breve tempo.

Il Molo VII pur godendo di fondali naturali pari a -18m, non può ad oggi candidarsi, come porto atto ad ospitare contemporaneamente più navi portacontainer. Tale limite è da farsi risalire principalmente a due cause:

- la lunghezza della banchina inferiore a quegli 800m che consentirebbero il contemporaneo accosto di 2 navi madri;
- le gru installate in banchina che possono raggiungere al massimo la 20^a fila a fronte delle 24 di cui dispone un naviglio di maggiori dimensioni.

L'Autorità Portuale di Trieste ha, da tempo, avviato un'azione programmatica tesa a dare concrete risposte alle nuove esigenze del traffico containerizzato internazionale. Difatti, nella nuova proposta di Piano Regolatore Portuale (PRP), già approvato dal CSLLPP con Voto n. 150/10 in data 21 maggio 2010 (Prot. n. 0010695/A del 3 agosto 2010), ancora al vaglio del MATTM, è previsto un allungamento del molo fino a 800m.

La TMT, società concessionaria del Molo VII, ha chiesto ed ottenuto un allungamento della concessione fino a 60 anni offrendo di eseguire e finanziare l'allungamento dei primi 200m di banchina; intervento questo, articolato in due lotti funzionali di 100m, rispetto ai quali, questo progetto contempla il primo.

Nelle more del completamento dell'iter autorizzativo del Nuovo PRP, l'Autorità Portuale di Trieste, in conformità a quanto indicato nel voto n° 44/99 dell'Assemblea Generale del C.S.LL.PP., adeguato con voto n. 93/09, per andare incontro alle rinnovate esigenze del concessionario, ha inteso avviare un procedimento di **adeguamento tecnico-funzionale** del Piano Regolatore

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 7	Di 88

Portuale vigente, licenziato con voto n° 71/2014 reso nell'Adunanza del C.S.LL.PP., in data 10/12/2014.

La TMT S.p.A. ha altresì assunto l'onere di fornire i vari livelli di progettazione affidandoli alla S.J.S. Engineering s.r.l. di Roma.

Nelle pagine che seguono si illustreranno: i criteri progettuali, le analisi condotte ed i risultati delle valutazioni e delle scelte effettuate nell'ambito della progettazione delle opere.

Il documento si articola attraverso diversi capitoli, all'interno dei quali il lettore troverà la sintesi dei principali concetti, rimandando alle relazioni specialistiche per tutti gli approfondimenti del caso.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 8	Di 88

3. LA FUNZIONALITÀ ATTUALE DEL TERMINAL CONTAINER

3.1 POSIZIONE GEOGRAFICA E DETTAGLI SUGLI ORMEGGI

La Trieste Marine Terminal S.p.A. è situata nell’alto Adriatico con coordinate geografiche: LAT 45°37'55.5" N - LON 13°45'41.1"EST, ad una distanza di circa 1.710 Miglia nautiche dal Canale di Gibilterra e di circa 1.380 Miglia nautiche dal canale di Suez.

Grazie alla vicinanza di tutti i servizi portuali (Piloti, ormeggiatori, rimorchiatori) l’ormeggio alla banchina del Molo VII avviene in tempi brevi, senza alcuna restrizione sulle velocità di entrata al canale di accesso e al bacino di evoluzione.

La lunghezza delle banchine in concessione è di 650m a nord, 770m a Sud e solo questa attrezzata all’attracco di navi portacontainer.

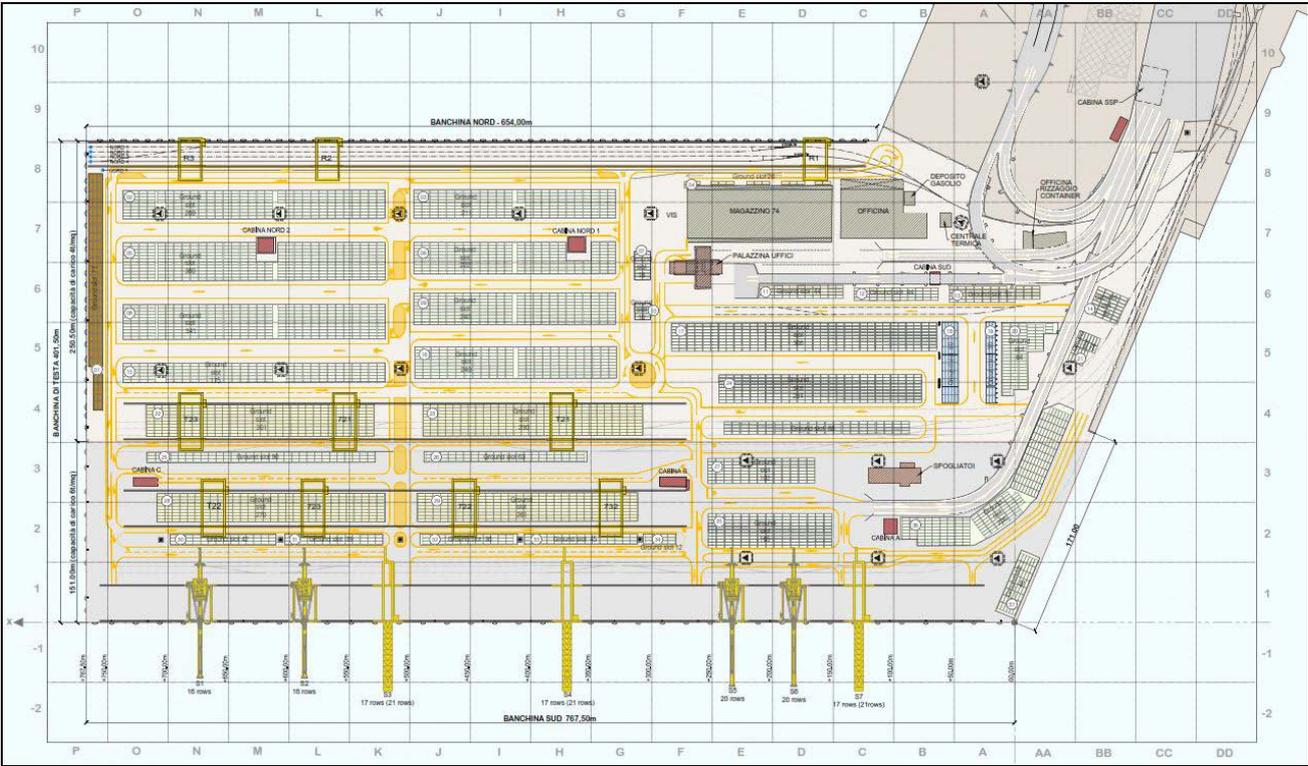


Figura 1 Planimetria funzionale del Molo VII-Stato di fatto

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 9	Di 88

3.2 ALLESTIMENTI DI BANCHINA (PARABORDI, BITTE)

La capacità delle bitte esistenti è di 150 tonnellate e un interasse medio, tra le bitte di 19,80m, anche se variabile a seconda delle aree di banchina

Il piano banchina è alto 20,60 m rispetto al fondo marino.

I parabordi realizzati in polietilene, gomma e parti metalliche hanno lunghezza pari a 2.5m ed un interasse medio di 12.50m

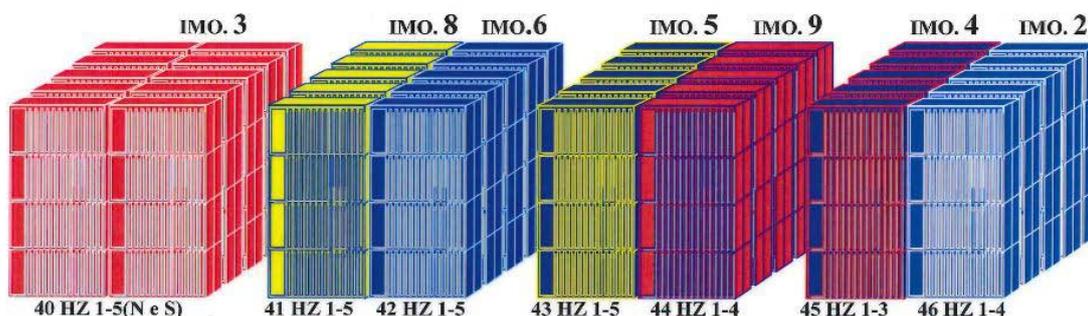
3.3 AREA DI STOCCAGGIO

Il terminal, nella sua odierna configurazione, si sviluppa su una superficie di circa 332.000 m².

L'organizzazione del piazzale è dettata da logiche di servizio che si ripartono tra container in import, export, vuoti e al traffico locale: sono presenti n. 1.122 ground slot serviti da gru di piazzale e n. 3.966 ground slot serviti da reach stacker; tra cui si trovano poi aree dedicate ai reefer container e ai vuoti, nonché strutture quali magazzini e officine destinate al ricovero e alla manutenzione dei mezzi di movimentazione.

Il terminal è anche dotato di aree di stoccaggio per contenitori IMO e fumigati, idoneamente allestite, nel rispetto della normativa vigente:

IMO.3 _ AREA 40 HZ 1-5 (N e S) Liquidi Infiammabili	40 TEU
IMO.8 _ AREA 41 HZ 1-5 Materie Corrosive	40 TEU
IMO.6 _ AREA 42 HZ 1-5 Materie Tossiche/Infettanti	40 TEU
IMO.5 _ AREA 43 HZ 1-5 Materie comburenti/Perossidi Organici	40 TEU
IMO.9 _ AREA 44 HZ 1-4 Materie pericolose diverse	32 TEU
IMO.4 _ AREA 45 HZ 1-3 Materie infiammabili	24 TEU
IMO.4 _ AREA 46 HZ 1-4 Materie infiammabili	32 TEU



	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 10	Di 88

3.4 ATTREZZATURE

La banchina sud di ormeggio è equipaggiata con:

- Portainer StS, Reggiane, Post Panamax 16 file e outreach di circa 42 m, con carico massimo in sicurezza allo spreader di 45 Ton, al gancio 80 Ton, l'interasse tra le vie di corsa su rotaia è di 29,57 m
- Portainer StS, Reggiane, Post Panamax revampate da 16 a 20 file e outreach di circa 52 m, con carico massimo in sicurezza allo spreader di 45 Ton, al gancio 80 Ton, l'interasse tra le vie di corsa su rotaia è di 29,57 m
- Portainer StS, Reggiane, Post Panamax che verranno revampate da 17 a 21 file e outreach di circa 55 m, con carico massimo in sicurezza allo spreader di 42 Ton, al gancio 80 Ton, l'interasse tra le vie di corsa su rotaia è di 29,7 m

Le aree di stoccaggio contenitori pieni sono così equipaggiate:

- Rail Mounted Gantry Crane con carico massimo in sicurezza allo spreader di 42 Ton, al gancio 45 Ton, l'interasse tra le vie di corsa su rotaia è di 29,7m (Linea 1 e 2)

Il fascio ferroviario , lato Nord, risulta essere costituito da n.5 binari aventi lunghezza pari a circa 550m equipaggiato come segue:

- Rail Mounted Railway Gantry Cranes con sbalzo laterale, lato piazzale, con carico massimo in sicurezza allo spreader di 40 Ton, l'interasse tra le vie di corsa su rotaia è di 19,67m

Per le operazioni di movimentazione nelle aree di stoccaggio sono utilizzate le seguenti attrezzature:

- gru mobili con outreach 50m, capacità massima allo spreader 35.5 tonnellate, e 100 tonnellate al gancio
- Reach Stackers con portata 40 tonnellate
- Side Loader per la movimentazione dei contenitori vuoti con portata massima di 9 tonnellate

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 11	Di 88

4. SINTESI PROGETTUALE

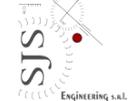
L'intervento riguarda l'esecuzione di opere strutturali in prosecuzione al molo esistente per una lunghezza di 100m e una larghezza di 400m, finalizzate a ottenere i seguenti risultati:

1. Garantire una lunghezza netta della banchina Sud di circa 870m di cui 850m operativi, atti ad ospitare, in contemporanea, 2 navi madri, fra cui una Ultra Large Container Vessel (ULCV) da 14.000 TEUs, individuata come nave di progetto, da ormeggiare in testata;
2. Assicurare 400m di banchina, attraverso il rifacimento di 300m delle vie di corsa esistenti che, aggiungendosi all'allungamento di 100m previsti in progetto, consentono l'operatività delle gru di banchina Ship to Shore – StS – con estensione del braccio fino a 24 file (installazione che conduce i carichi per ruota a 131 ton, quindi più che doppie rispetto alle precedenti);
3. Posizionare parabordi in grado di assorbire l'energia in fase di accosto di questi giganti del mare.
4. Incrementare adeguatamente il numero di bitte per consentire l'ormeggio sicuro, anche nelle condizioni severe, indotte dalla bora;
5. Ridistribuire, incrementandolo, il numero di slot per lo stoccaggio dei container sul piazzale, affinché la movimentazione possa svolgersi in modo più razionale ed efficace; l'incremento del numero degli slot realizza, altresì, un corretto bilanciamento tra la capacità di movimentazioni in banchina e le aree di stoccaggio in piazzale;
6. Realizzare nuove reti di utenza, migliorando le performance delle esistenti, assicurando la necessaria alimentazione elettrica, la corretta gestione delle acque di dilavamento dei piazzali, nelle zone in estensione.

In fase di analisi dello stato dei luoghi, si è verificata la stabilità e lo stato di conservazione delle strutture esistenti, ricevendone risultati confortanti. Si è ritenuto pertanto di conservare lo schema strutturale, che caratterizza la parte esistente del molo, continuando ad utilizzare un sistema di pali e piastre, in continuità con l'esistente.

La novità, rispetto alla precedente realizzazione, si concretizza in una nuova modalità di realizzazione dei pali, più efficace e veloce, e nelle caratteristiche delle piastre che continuano a garantire medesime performance in termini di capacità di carico, ma vengono realizzate ricorrendo alle più recenti tecnologie di prefabbricazione.

Il dimensionamento dei pali, si è fatto precedere da una accurata indagine geologica, e da una puntuale verifica geotecnica, che ha condotto a determinare sezioni e lunghezze dei pali che rispondono ad economicità ed efficienza, in ragione delle variabili caratteristiche dell'area di sedime. Infatti, l'andamento del flysh, cui si fa attestare il palo, è risultato estremamente variabile nel passaggio dai moduli da nord ,a sud.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 13	Di 88

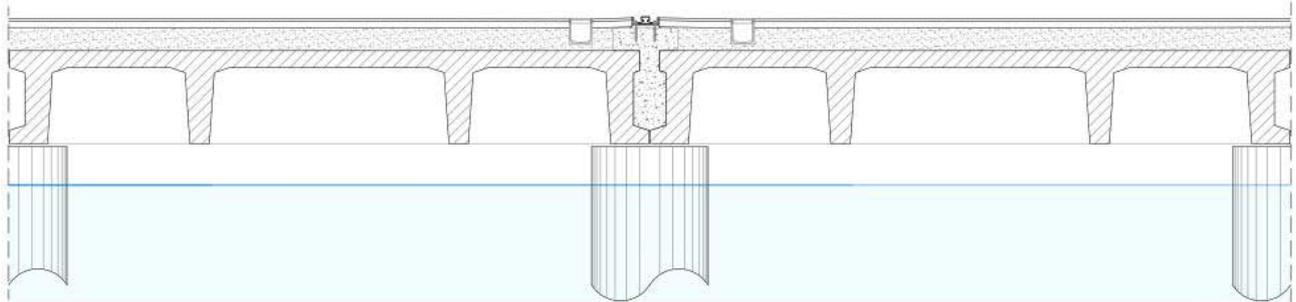


Figura 4 Sezione tipologica pali e piastre

Per consentire la translazione lungo la banchina delle gru è prevista una trave portarotaia su pali di dimensioni analoghe, che corre parallelamente all'impalcato con uno scartamento di 100 piedi. Scartamento che conserva la dimensione dell'esistente, consentendo di operare in continuità su tutta la banchina.

L'estensione del molo, che si traduce in una striscia di 100 x 400 metri, comporta l'integrazione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche che riguarda, non solo la captazione, ma la sua regimentazione verso le sue unità di trattamento, conformemente alla norma che governa in trattamento delle acque di dilavamento dei piazzali.

Per ciò che attiene gli allestimenti elettrici, l'introduzione di 1 nuova gru da 24 rows (cui se ne affiancherà successivamente un'altra), ha introdotto la necessità di incrementare ed aggiornare gli impianti esistenti in Media Tensione. Va rimarcato che l'introduzione delle nuove gru comporta assorbimenti elettrici più che doppi rispetto alle gru, attualmente, installate, il che si è tradotto in una radicale rivisitazione del sistema di approvvigionamento elettrico, che si è spinto fino alla cabina di consegna dall'Ente Distributore.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 14	Di 88

5. RAPPORTI DI COERENZA CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE

Gli strumenti urbanistici e di pianificazione presi in esame nell'analisi dei rapporti di coerenza del progetto sono i seguenti:

- Strumenti di pianificazione strategica nel settore dei trasporti
- Piano Nazionale della Logistica (P.G.T.L.);
- Piano Regionale delle Infrastrutture di trasporto, della mobilità delle merci e della logistica;
- Strumenti di pianificazione territoriale
- Piano di Governo del Territorio (PGT)
- Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG)
- Piano Territoriale Regionale (PTR)
- Strumenti di pianificazione urbanistica e portuale
- Piano Regolatore Generale Comunale
- Piano Regolatore Portuale vigente (1957);
- Nuovo Piano Regolatore Portuale (2009)
- Strumenti di pianificazione naturalistica
- Strumenti pianificazione di settore
- Piano di Tutela delle Acque
- Piano Regionale di Miglioramento della Qualità dell'Aria
- Zonizzazione acustica

Le conclusioni dell'analisi sono riportate in sintesi nelle seguenti tabelle, insieme alle motivazioni di coerenza del progetto con i principali piani e/o strumenti di pianificazione e tutela del territorio presi in esame.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 15	Di 88

Piano	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Piano regionale delle infrastrutture di trasporto, della mobilità delle merci e della logistica	SI	Nel Piano si fa una previsione degli scenari evolutivi del traffico portuale; da tale analisi emergono le principali carenze e conseguenti necessità di infrastrutturazione di base del comprensorio portuale, fra cui il potenziamento del Molo VII.

Piano	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Piano di Governo del Territorio (PGT)	SI	Il Piano di Governo del Territorio (PGT) è lo strumento con il quale viene dato l'avvio della riforma della pianificazione territoriale, superando l'impostazione data dal vecchio Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG). Il sito di progetto rientra nel "Polo di I Livello" di Trieste, al quale la Regione assegna un ruolo strategico in relazione ai corridoi europei Adriatico-Baltico e Mediterraneo mediante lo sviluppo di un Hub portuale del Nord-Adriatico.
Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG)	SI	Il sito di progetto non ricade in alcun ambito di tutela e rientra all'interno degli " <i>Ambiti delle attrezzature portuali d'interesse regionale</i> ".
Piano Territoriale Regionale (PTR)	SI	Il Piano Territoriale Regionale è stato adottato con DPR. N. 0329/Pres. dd. il 16/10/2007, ma non risulta ancora vigente in quanto è in corso la procedura di Valutazione Ambientale Strategica. Il PTR individua nello sviluppo della portualità della Regione e in particolare del porto di Trieste (che vanta grandi potenzialità), un volano trainante dell'economia regionale.

Piano	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Il Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC)	SI	All'interno della Relazione Generale del Piano si legge che " <i>al fine di ... garantire la massima produttività delle aree portuali - industriali, il P.R.G. prevede ... il potenziamento e l'espansione delle attuali banchine del Porto Nuovo</i> ". L'area del Molo VII è individuata come zona "L1a - zona per traffici portuali". Nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano si legge (art. 5.11.1) che " <i>in tale zona è consentito l'insediamento di tutte le attrezzature, servizi ed impianti connessi all'esercizio delle attività portuali. Nella zona che coincide con la prima fascia del fronte mare sono consentite attività e localizzazioni legate esclusivamente alla movimentazione delle merci ...</i> ".
Piano Regolatore Portuale vigente	NO	La gran parte degli interventi previsti dal Piano Regolatore Portuale vigente e dalle successive varianti è stata realizzata; tra questi l'ampliamento di 150 m lato Sud del Molo VII. La proposta di prolungare di circa 100m il Molo VII non è conforme al PRP vigente. In attesa che il nuovo PRP concluda il suo iter approvativo, vista l'esigenza di avviare, in tempi rapidi, le azioni mirate ad un rilancio del terminal container per renderlo competitivo nei confronti degli altri porti del Nord Adriatico, l'Autorità Portuale di Trieste ha inteso avviare un procedimento di adeguamento tecnico-funzionale del

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 16	Di 88

Piano	Coerenza	Motivazioni della coerenza
		<p>Piano Regolatore Portuale vigente (1957).</p> <p>La proposta di adeguamento tecnico-funzionale ha ottenuto l'Intesa da parte del Comune di Trieste (Prot. Autorità Portuale di Trieste n. 0010171/A del 7/10/2014) ed è stata adottata dal Comitato Portuale in data 21 ottobre 2014 con Deliberazione CP n. 17/2014.</p> <p>La documentazione è poi stata trasmessa, in data 24 ottobre 2014, dall'Autorità Portuale (Prot. n. 0010725/P) al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per il parere di competenza.</p> <p>Il procedimento di adeguamento tecnico-funzionale del Piano Regolatore Portuale vigente (1957), è stato licenziato con voto n° 71/2014 reso nell'Adunanza del C.S.LL.PP., in data 10/12/2014.</p>
Nuovo Piano Regolatore Portuale	SI	<p>Uno dei principali obiettivi del nuovo Piano è lo sviluppo del traffico containerizzato, localizzato sul Molo VII. La struttura ricade nel Settore 3 "Riva Traiana e Porto Franco Nuovo", nell'ambito dell'Area 3 denominata "Porto Franco Nuovo – Molo VII". Tale area è destinata alla funzione "C2 - Movimentazione e stoccaggio contenitori Lo-Lo" e conserva dunque la sua attuale funzione di terminal per le merci containerizzate.</p> <p>Gli interventi previsti dal Piano, che interessano il Molo VII, sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'allargamento di 20 m in corrispondenza del lato nord del Molo VII; • il prolungamento di circa 800m della struttura marittima con un ampliamento del piazzale di circa 32 ha. <p>Il progetto di prolungamento di circa 100m del Molo VII è da considerarsi come un primo stralcio funzionale e dunque conforme al nuovo PRP licenziato dal CSLLPP nel 2010 e attualmente al vaglio del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.</p>

Strumento di tutela naturalistica	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Aree protette SIC/ZPS	SI	<p>L'intervento previsto non ricade in aree naturali protette o in siti appartenenti alla Rete Natura 2000, in oasi di protezione o aree umide.</p> <p>Le aree protette più vicine al sito d'intervento, si trovano ad una distanza superiore a 5 km.</p>

Vincoli e tutele	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Vincoli paesaggistici	SI	<p>L'area in esame non interferisce con alcuna zona sottoposta a vincolo paesaggistico. E' presente solo la fascia dei "territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare" lontana, tuttavia, dal sito di progetto.</p>
Vincolo Archeologico	SI	<p>I siti archeologici presenti risultano molto lontano dagli interventi in oggetto.</p>

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 17	Di 88

5.1 IL PIANO REGOLATORE PORTUALE VIGENTE

Il Piano Regolatore del porto – redatto nel 1957 dal Commissariato Generale del Governo per il Territorio di Trieste, Direzione Lavori Pubblici, Ufficio del Genio Civile Sezione Opere Marittime – costituisce il primo piano-programma organico del dopoguerra delle opere da prevedersi a seguito delle mutate esigenze dei traffici, redatto in base alla legge 1177/21.

Il Piano è stato abbondantemente superato ed integrato nel corso del tempo attraverso numerose varianti e sotto-varianti, per sopperire alle esigenze in divenire ed in relazione alle risorse man mano disponibili, a testimonianza da una parte dell’impegno progettuale e propositivo dell’Autorità Portuale (e in precedenza dell’Ente Autonomo Porto di Trieste), dall’altra delle difficoltà, rigidità e condizionamenti registrati nell’assestare la crescita e nel favorire lo sviluppo del porto.

La gran parte degli interventi previsti dal Piano Regolatore vigente e dalle successive varianti è stata realizzata; tra questi l’ampliamento di 150 m lato Sud del Molo VII.

La proposta di prolungare di circa 100m il Molo VII non è dunque conforme al PRP vigente.

L’opportunità e la necessità di redigere un nuovo Piano Regolatore Portuale si è resa manifesta a seguito della stesura della “Variante Generale al Piano Regolatore Portuale per l’ambito del Porto Vecchio”, approvata con decreto del Presidente della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia in data 10.9.2007 e pubblicata sul B.U.R. n. 41 in data 10.10.2007. Il nuovo Piano Regolatore Portuale ha recepito integralmente tale variante, rimandando ai relativi elaborati allegati.

In attesa che il nuovo strumento urbanistico concluda il suo iter approvativo, vista l’esigenza di avviare, in tempi rapidi, le azioni mirate ad un rilancio del terminal container per renderlo competitivo nei confronti degli altri porti del Nord Adriatico, l’Autorità Portuale di Trieste ha inteso avviare un procedimento di adeguamento tecnico-funzionale del Piano Regolatore Portuale vigente (1957).

La proposta ha ottenuto l’Intesa da parte del Comune di Trieste (Prot. Autorità Portuale di Trieste n. 0010171/A del 7/10/2014) ed è stata adottata dal Comitato Portuale in data 21 ottobre 2014 con Deliberazione CP n. 17/2014.

La documentazione è poi stata trasmessa, in data 24 ottobre 2014, dall’Autorità Portuale (Prot. n. 0010725/P) al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per il parere di competenza.

Il procedimento di adeguamento tecnico-funzionale del Piano Regolatore Portuale vigente (1957), è stato licenziato con voto n° 71/2014 reso nell’Adunanza del C.S.LL.PP., in data 10/12/2014.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 18	Di 88

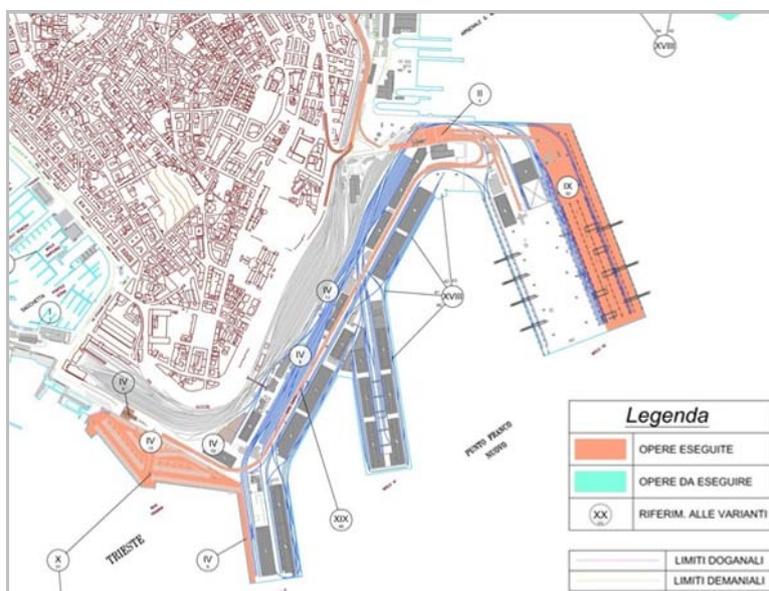


Figura 5 Stralcio della tavola "Piano Regolatore Portuale vigente - stato attuale" del PRP di Trieste

5.2 IL NUOVO PIANO REGOLATORE PORTUALE

L'iter relativo al nuovo Piano Regolatore del Porto di Trieste redatto ai sensi della Legge 84/94 e ss. mm. ii. e delle "linee guida" emanate dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti nel 2004, è stato avviato nel 2008 con l'attualizzazione delle proposte di assetto e destinazione d'uso delle aree e delle opere di grande infrastrutturazione.

Il 19 maggio 2009, con Delibera n 7, il Comitato Portuale ha adottato il PRP poi passato al vaglio del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che si è espresso con parere favorevole il 21 maggio 2010. Prima dell'approvazione definitiva da parte della Giunta regionale, il Piano dovrà concludere la procedura integrata VIA – VAS avviata nel 2011 presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e tuttora in corso.

Il nuovo strumento urbanistico ha ottenuto le intese da parte dei Comuni di Trieste (Delibera n° 36/2009) e Muggia (Delibera n° 35/2009), come previsto dall'art. 5, comma 3, della Legge 84/1994. A seguito di tali intese, l'Autorità Portuale e i Comuni hanno provveduto ad adeguare ed uniformare gli strumenti urbanistici di propria competenza.

Uno dei principali obiettivi del nuovo Piano è lo sviluppo del traffico containerizzato, localizzato sul Molo VII. La struttura ricade nel Settore 3 "Riva Traiana e Porto Franco Nuovo", nell'ambito dell'Area 3 denominata "Porto Franco Nuovo – Molo VII". Tale area è destinata alla funzione "C2 - Movimentazione e stoccaggio contenitori Lo-Lo" e conserva dunque la sua attuale funzione di terminal per le merci containerizzate

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 19	Di 88

Dall'esame delle Norme Tecniche di Attuazione del nuovo Piano si deduce che le funzioni ammesse sono: *"Servizi Portuali: Sono ammesse attività di servizio quali uffici, direzione, amministrazione, esposizione, commercio, controllo e servizi vari, purché direttamente a supporto ed integrazione delle funzioni caratterizzanti"*. E inoltre che *"sono ammessi tutti i tipi di intervento"*.

Infine relativamente ai criteri di progettazione è riportato che:

- ogni struttura edilizia di nuova costruzione dovrà osservare una distanza minima dal filo banchina di cento metri e disporre di adeguati spazi dedicati per la sosta dei veicoli commerciali;
- *nel caso di interventi di demolizione e ricostruzione dovrà essere garantita una superficie adeguata da destinare a sosta veicoli commerciali e parcheggi pertinenziali"*.

È importante precisare, come riportato nell'art. 20 delle NTA del PRP "Norme di salvaguardia", che *"a partire dalla data di approvazione del Piano Regolatore Portuale da parte dell'Autorità Portuale, sono da considerarsi sospesi tutti i procedimenti autorizzativi in contrasto con il Piano approvato, ancorché previsti dal vigente Piano Regolatore Portuale, incluse le successive varianti"*.

Ed inoltre *"possono invece proseguire il procedimento autorizzativo quelle opere coerenti con la strumentazione vigente, ed incluse anche nel Piano Regolatore Portuale in fase di approvazione"*.

Gli interventi previsti dal Piano, che interessano il Molo VII, sono:

- l'allargamento di 20 m in corrispondenza del lato nord del Molo VII;
- il prolungamento di circa 800m della struttura marittima, per un ampliamento del piazzale di circa 32 ha.

Il prolungamento di circa 100m del Molo VII è dunque conforme al nuovo PRP.

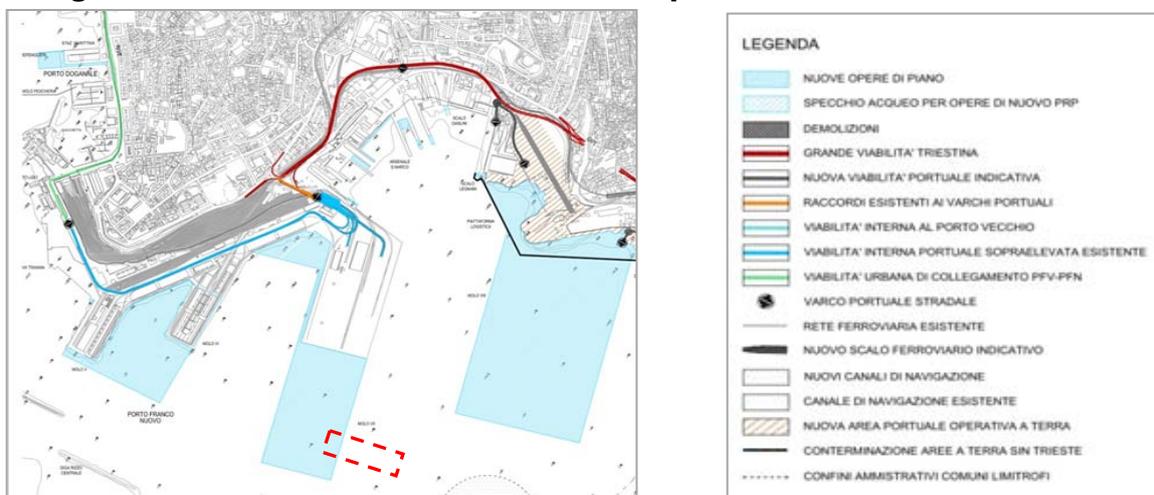


Figura 6 Stralcio della tavola "Opere di Piano - assetto di Piano" del nuovo PRP di Trieste (in tratteggio rosso il previsto prolungamento)

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 20	Di 88

6. ANALISI E PREVISIONI DI TRAFFICO PER IL MOLO VII

Nonostante il perdurare della crisi del mercato mondiale, l'andamento dei traffici del **Porto di Trieste** nel 2013 conferma il trend di crescita che aveva caratterizzato il triennio 2010-2012, in controtendenza rispetto all'andamento generale. Nell'anno 2013, infatti, la movimentazione complessiva delle merci è stata pari a 56.585.708 tonnellate, con un segno positivo di 15 punti percentuali rispetto al 2012 (49.206.870 tonnellate).

L'andamento nel 2014, anche se al momento della stesura di questo documento non sono disponibili i dati a consuntivo, continua a segnare ulteriori incrementi seguendo il trend di crescita degli anni precedenti.

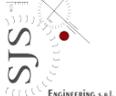
Dall'analisi dei risultati riferiti ai singoli comparti merceologici, emergono importanti segnali di ulteriore crescita dei risultati operativi del Porto.

In particolare, il traffico del settore dei contenitori ha registrato un netto incremento, con 458.597 TEU nel 2013 rispetto ai 408.023 TEU del 2012 (+12,39%), così confermando il trend di crescita già in essere, con 6.040.355 tonnellate trasportate. Il 2014, tendenzialmente, conserva questo trend e si ipotizza un incremento tra il 2% ed il 3% rispetto all'anno precedente

Nei paragrafi che seguiranno si vuole fornire un quadro generale della situazione del trasporto delle merci containerizzate, con particolare riferimento alle navi di grandi dimensioni (oltre gli 11.000TEUs), alcune delle quali già operanti ed altre, principalmente quelle di dimensioni maggiori, in fase di "orderbook" e di prossimo inserimento nelle linee di trasporto da e per il Far East.

Particolare attenzione verrà posta ai traffici navali per i quali, come già confermato all'interno degli elaborati tecnici a corredo del nuovo Piano Regolatore di Trieste, non si attendono incrementi in termini di toccate e flussi.

Infine si procederà con una puntale definizione della nave di progetto, assunta a base dei calcoli per le verifiche tanto delle strutture oggetto di questo progetto, quanto degli allestimenti di banchina, come parabordi e fender.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 21	Di 88

6.1 L'EVOLUZIONE DELLA FLOTTA IMPEGNATA NEL TRASPORTO DEI CONTAINER

La rapida evoluzione dei traffici containerizzati si è tradotta in un'equivalente crescita della dimensione delle navi oceaniche. Le prime navi per il trasporto del container erano delle navi che servivano altri tipi di traffico: la loro struttura permetteva di trasportare un massimo di 750-800 TEUs, con una lunghezza inferiore ai 200 metri e un pescaggio massimo inferiore ai 9 metri.

A partire dagli anni '70, l'aumento della portata delle navi, ha visto la nascita di ben 4 generazioni di imbarcazioni: la seconda e terza generazione, realizzate e messe in servizio tra la fine degli anni '70 e gli anni '80 hanno portato la capacità della nave al superamento della soglia di 3.000 TEUs e all'incremento della portata lorda fino a 40.000 dwt (dead-weight tonnage).

La crescita navale è continuata negli anni '80, anche a causa di una serie di politiche che, ritoccando al ribasso i noli delle compagnie di linea, ha costretto gli operatori a ridurre il più possibile i costi, portandoli a costruire navi più grandi per conseguire ulteriori economie di scala.

La politica di crescita navale era legata anche al tentativo di mettere fuori gioco la crescente concorrenza da parte di alcune compagnie indipendenti, cioè non inserite in nessuna struttura confederata.

A partire dall'anno 2000 sono entrate in servizio navi con capacità di carico di 6.000 TEUs, che hanno richiesto ai porti delle caratteristiche infrastrutturali che solo pochi scali hanno potuto allestire (330 metri di banchina, fondali minimi di 15 m, sbraccio delle gru di 48 m).

Per questi motivi i porti hanno due soluzioni: o dotarsi di strutture adeguate per configurarsi come porti hub o servire un mercato regionale attraverso i servizi feeder.

Dal 2003 alcune grandi compagnie hanno lanciato una corsa verso dimensioni titaniche delle navi, con la costruzione di navi da 8.000 TEUs, definite VLCS (Very Large ContainerShips) a cui sono seguite navi con una portata fino a 18.000 TEUs.

Gli ordini di navi portacontainer, nel solo 2014, hanno superato il milione di TEU, con 145 unità ordinate durante i primi dieci mesi. L'attuale portafoglio ordini è di 3,51 MTEUs, che rappresenta il 19,3% del totale della flotta esistente, che ammonta a 18.21 Mteu.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 22 Di 88

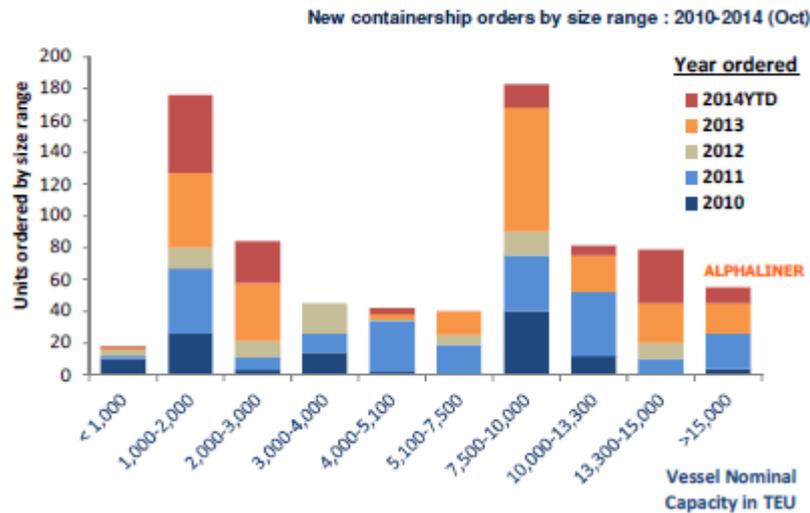


Figura 7 Ordini di navi portacontainer suddivisi per tipologie (Fonte Alphaliner 2014)

E di tutta evidenza che negli ultimi 4-5 anni, parte delle richieste sono rivolte a navi portacontainer di portata > 15.00TEUs nominali.

Tabella 1 Flotta operativa mondiale e relativi orderbook (Fonte Alphaliner 2014)

Top 20 : Operated fleets as per 10 November 2014											
Rnk	Operator	Total		Owned		Chartered			Orderbook		
		TEU	Ships	TEU	Ships	TEU	Ships	% Chart	TEU	Ships	% existing
1	APM-Maersk	2.862.831	605	1.574.536	252	1.288.295	353	45.0%	204.828	14	7.2%
2	Mediterranean Shg Co	2.536.097	499	1.057.735	193	1.478.362	306	58.3%	569.032	48	22.4%
3	CMA CGM Group	1.627.670	443	545.625	84	1.082.045	359	66.5%	362.635	38	22.3%
4	Evergreen Line	950.115	195	534.891	111	415.224	84	43.7%	174.032	14	18.3%
5	COSCO Container L.	810.577	161	486.043	99	324.534	62	40.0%	119.500	10	14.7%
6	Hapag-Lloyd	739.362	143	424.117	66	315.245	77	42.6%			
7	CSCL	641.770	136	470.546	74	171.224	62	26.7%	95.000	5	14.8%
8	Hanjin Shipping	600.486	97	272.800	37	327.686	60	54.6%	56.140	6	9.3%
9	MOL	590.424	111	201.108	32	389.316	79	65.9%	70.070	7	11.9%
10	APL	562.303	95	386.543	50	175.760	45	31.3%			
11	OOCL	532.262	99	330.418	47	201.844	52	37.9%	35.552	4	6.7%
12	Hamburg Süd Group	530.970	110	281.974	44	248.996	66	46.9%	57.642	6	10.9%
13	NYK Line	492.995	108	282.158	49	210.837	59	42.8%	112.000	8	22.7%
14	YMMT Corp.	414.117	91	196.059	41	218.058	50	52.7%	224.646	18	54.2%
15	Hyundai M.M.	382.757	58	159.326	21	223.431	37	58.4%	60.000	6	15.7%
16	PIL (Pacific Int. Line)	372.679	157	273.957	117	98.722	40	26.5%	27.223	7	7.3%
17	K Line	355.362	68	132.152	22	223.210	46	62.8%	138.700	10	39.0%
18	UASC	347.448	55	198.164	26	149.284	29	43.0%	262.726	17	75.6%
19	Zim	331.401	80	56.031	15	275.370	65	83.1%			
20	CSAV Group	216.602	42	86.313	15	130.289	27	60.2%	65.100	7	30.1%

All information above is given as guidance only and in good faith without guarantee © Alphaliner 1999-2014

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m		Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 23	Di 88

Oggi, come già preannunciato qualche anno fa dalla Containerisation International, sono in “circolazione” navi con capacità fino a 16.000 TEUs e 24 slots (file di stivaggio).

Lo sviluppo atteso per le navi portacontainer, partendo dalla flotta al 2013 ricostruita in base ai nuovi ordinativi, per le singole categorie ha un tasso di crescita pari a quello di seguito riportato.

Tabella 2 Ordini 2013-2017 per tipologia di nave (Fonte Alphaliner 2014)

Fleet as at :	31 Dee 2013		31 Dee 2014		31 Dee 2015		31 Dee 2016		31 Dee 2017		Rise p.a. (3 years) teu terms
	ships	teu									
13300-19000	66	954.826	96	1.422.176	149	2.277.260	173	2.642.058	183	2.782.058	40,4%
10000-13300	130	1.592.697	163	1.957.768	173	2.059.288	194	2.285.496	194	2.285.496	12,8%
7500-9999	375	3.268.085	414	3.621.845	479	4.208.626	509	4.484.132	511	4.502.932	11,1%
5100-7499	489	3.010.924	501	3.084.225	516	3.180.270	516	3.180.270	516	3.180.270	1,8%
4000-5099	765	3.459.576	748	3.393.352	753	3.416.715	757	3.436.672	757	3.436.672	-0,2%
3000-3999	259	890.673	262	904.884	275	953.828	276	956.928	276	956.928	2,4%
2000-2999	665	1.691.547	656	1.667.374	687	1.739.964	722	1.823.818	729	1.840.808	2,5%
1500-1999	566	965.072	576	983.405	601	1.027.490	629	1.076.138	629	1.076.138	3,7%
1000-1499	680	794.915	683	795.361	704	818.760	716	831.803	720	836.603	1,5%
500-999	796	586.530	778	573.167	785	578.029	786	578.569	786	578.569	-0,5%
100-499	213	67.368	200	62.940	200	62.940	200	62.940	200	62.940	-2,2%
TOTAL	5.004	17.282.213	5.077	18.466.497	5.322	20.323.170	5.478	21.358.824	5.501	21.539.414	7,3%
TOTAL after Exp. Scrap/Slip	5.004	17.282.213	5.046	18.276.621	5.160	19.733.294	5.238	20.648.948	5.161	20.579.538	6,1%
Rise 12 months	2012 >	5,7%	2013 >	5,8%	2014 >	8,0%	2015 >	4,6%	2016 >	-0,3%	

Tabella 3 Consegne 2014-2017 per tipologia di nave (Fonte Alphaliner 2014)

TEU nominal	2014 deliveries		2015 deliveries		2016 deliveries		2017 deliveries	
	ships	teu	ships	teu	ships	teu	ships	teu
13300-19000	30	467.350	53	855.084	24	364.798	10	140.000
10000-13300	33	365.071	10	101.520	21	226.208		
7500-9999	39	349.730	65	586.781	30	275.506	2	18.800
5100-7499	17	99.811	15	96.045				
4000-5099	21	101.105	5	23.363	4	19.957		
3000-3999	18	66.763	13	48.944	1	3.100		
2000-2999	11	26.208	31	72.590	35	83.854	7	16.990
1500-1999	18	31.531	25	44.085	28	48.648		
1000-1499	19	20.203	21	23.399	12	13.043	4	4.800
500-999	8	5.299	7	4.862	1	540		
100-499	1	106						
TOTAL	215	1.533.177	245	1.856.673	156	1.035.654	23	180.590
Exp. Slippage		-11	-80.000	-4	-50.000	25	130.000	
TOTAL after Slidd.		204	1.453.177	241	1.806.673	181	1.165.654	

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 24	Di 88

Un vantaggio che può derivare da questo fenomeno è costituito dal fatto che l'entrata in esercizio di queste navi tipizzerà i porti distinguendoli in portihub e porti spoke.

Le nuove navi madre effettueranno il trasporto verso quei porti organizzati per riceverle, mentre le precedenti grandi navi (quelle dai 4.000 ai 6.000 TEUs) saranno utilizzate per i servizi "regionali", operati dalle compagnie di navigazione minori, verso i porti che non hanno ancora superato i propri limiti geomorfologici.

Per i porti più organizzati, la competizione si giocherà su mega-strutture costituite da gru con sbraccio di 65 metri in grado di lavorare 24 ore su 24 per effettuare fino a 500 movimentazioni all'ora sulle navi (contro le attuali 40-50 movimentazioni/ora).

6.2 IL TRAFFICO REGISTRATO NEL TERMINAL CONTAINER DI TRIESTE

La Trieste Marine Terminal inizia a gestire il terminal container del Porto di Trieste nel 2004, ereditando una difficile situazione generale e volume limitati a 118.000 teus annuali (dato 2003). Con un significativo sforzo complessivo in termini di investimenti e grazie ad un progetto di sviluppo chiaro e condiviso, Trieste Marine Terminal è oggi un terminal moderno ed affidabile, utilizzato dalle più importanti Compagnie Marittime al mondo.

La costante crescita del totale movimentato annuo, eccezion fatta per l'anno 2009 dove in piena crisi economica si registrò un decremento dell'ordine del 18%, è testimoniata dalle tabelle di seguito riportate.

Tabella 4 Andamento del totale movimentato annuo – TEUs (fonte Trieste Marine Terminal)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TEUS	118.142	177.672	201.290	220.661	267.854	338.299	277.245	281.629	393.195	411.247	458.497
Diff. year on year		50,4%	13,3%	9,6%	21,4%	26,3%	-18,0%	1,6%	39,6%	4,6%	11,5%

Tabella 5 Andamento del totale movimentato annuo – Containers (fonte Trieste Marine Terminal)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
CNTR	80.623	116.850	136.958	149.162	178.082	220.482	180.523	180.379	255.404	267.259	298.188
Diff. year on year		44,9%	17,2%	8,9%	19,4%	23,8%	-18,1%	-0,08%	41,59%	4,64%	11,57%

Passando al presente, nel mese di settembre 2014, la Trieste Marine Terminal ha movimentato 36,374 teu, + 1,60% rispetto allo stesso mese dello scorso anno.

I volumi totali movimentati nei primi 9 mesi sono stati 358,619 teu, + 2,83% rispetto allo stesso periodo del 2013.

Le Navi portacontainer gestite a Trieste fino a settembre sono stati 510 unità, contro le 534 dello stesso periodo del 2013.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 25	Di 88

Tabella 6 Numero di toccate per tipologia di nave – Anno 2013 (Fonte Trieste Marine Terminal)

Percentuale di toccate anno per tipologia di nave - 2013														
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALI	%
Navi da 8000 a 9000 (TEU)													0	
Navi da 7000 a 8000 (TEU)	3	3	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	50	9,80%
Navi da 6000 a 7000 (TEU)	4	4	5	6	5	4	6	5	5	5	6	5	60	11,76%
Navi da 5000 a 6000 (TEU)	4	4	2	2	5	3	3	3	4	3	2	4	39	7,65%
Navi da 3000 a 5000 (TEU)														
Navi da 2000 a 3000 (TEU)	7	5	6	9	8	7	8	10	9	9	7	5	90	17,65%
Navi da 1000 a 2000 (TEU)	18	18	19	18	16	16	17	15	15	16	16	18	202	39,61%
Navi sotto i 1000 (TEU)	19	19	22	27	20	21	26	23	20	24	18	22	261	51,18%
Totali	55	53	59	66	58	56	64	61	57	61	53	59	702	100,00%

Tabella 7 Numero di toccate per tipologia di nave – Anno 2014 (Fonte Trieste Marine Terminal)

Percentuale di toccate anno per tipologia di nave - 2014															
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALI	%	Var% su 2013
Navi da 8000 a 9000 (TEU)					2	3	3	2	4				14	2,75%	
Navi da 7000 a 8000 (TEU)	4	4	5	4	4	5	4	5	4				39	7,65%	5,41%
Navi da 6000 a 7000 (TEU)	5	4	4	4	4	2	1	2	1				27	5,29%	-38,64%
Navi da 5000 a 6000 (TEU)	2	3	2	4	2	2	3	3	3				24	4,71%	-20,00%
Navi da 3000 a 5000 (TEU)													0		
Navi da 2000 a 3000 (TEU)	10	7	9	7	9	8	7	10	7				74	14,51%	7,25%
Navi da 1000 a 2000 (TEU)	16	14	18	14	14	15	17	14	14				136	26,67%	-10,53%
Navi sotto i 1000 (TEU)	18	23	21	21	23	20	24	24	22				196	38,43%	-0,51%
Totali	55	55	59	54	58	55	59	60	55	0	0	0	510	100,00%	

Dal confronto della Tabella 6 e dalla Tabella 7 emerge chiaramente come l'aumento del numero di movimentato annuo (sebbene riferito ai soli primi nove mesi dell'anno 2014) sia in contrapposizione al numero di toccate/anno registrato.

Quanto sopra, ancora una volta, a dimostrazione che il ricorso a navi di portata maggiore (si noti che nel 2013 nessuna nave sopra gli 8.000 TEUs ha scalato il Terminal) se da una parte conduce ad un aumento del volume di merci movimentate (nell'ordine del 10%-11%), dall'altra riduce il numero di navi con benefici, indiscutibili, tanto sul traffico navale quanto sugli eventuali impatti ambientali.

Passando ad analizzare le toccate medie mensili dei due ultimi anni, si registra una sostanziale conferma del numero di accosti nei primi mesi del 2014 (Gennaio – Marzo), una sensibile diminuzione nel mese di Aprile, da associare agli andamenti di mercato, e soprattutto una costante diminuzione a partire dal mese di Maggio (mese nel quale sono entrate in esercizio le navi di maggior dimensioni) con una riduzione media pesata dell'ordine del 3%, con picchi pari a 7,7%.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 26	Di 88

Tabella 8 Numero di toccate/mese per gli anni 2013 – 2014 (Fonte Trieste Marine Terminal)

	2013	2014	
MONTH	MONTHLY	MONTHLY	Var. %
	Vessels	Vessels	
JANUARY	55	55	0,0%
FEBRUARY	54	55	1,9%
MARCH	59	59	0,0%
APRIL	66	54	-18,2%
MAY	60	60	0,0%
JUNE	56	57	1,8%
JULY	65	60	-7,7%
AUGUST	61	60	-1,6%
SEPTEMBER	58	55	-5,2%
OCTOBER	62		
NOVEMBER	55		
DECEMBER	59		
Total Calls	710	515	

6.3 PREVISIONI DI TRAFFICO

Nel paragrafo precedente, analizzando la situazione attuale dei traffici del Molo VII, è emerso come, ad un aumento del movimentato annuo, si contrappone una parziale riduzione del numero di navi che scalano il Terminal.

Questo fenomeno, come peraltro ampiamente richiamato, è legato proprio al gigantismo navale.

D'altro canto, anche nei documenti a corredo del Piano Regolatore Portuale, viene più volte sottolineato come non ci si attenda, per il Molo VII, un incremento dei traffici nel breve periodo.

Come specificato nell'elaborato "Precisazioni in merito ad alcune osservazioni alla componente di traffico navale del Quadro Previsionale", allegato all'ultima revisione del nuovo Piano Regolatore Portuale (Luglio 2014), "la scelta di ipotizzare l'utilizzo di navi di maggiori dimensioni (8.000 TEU) rispetto a quanto previsto nell'edizione del PRP del 2009 è giustificata sia dalla crescita continua delle dimensioni delle navi portacontainer, dalla disponibilità di fondali dell'ordine dei 18 m (unica nel sistema portuale dell'alto Adriatico, in grado di operare navi della categoria tripla E)".

"La scelta ha comportato una riduzione del numero di navi complessive previste per questa categoria rispetto alle previsioni di Piano del 2009".

"Con riferimento alle navi portacontenitori...":

- un fattore di conversione tra movimentazione espressa in tonnellate e movimentazione espressa in TEU, pari a 1 TEU = 10,45 t, desunto dalle statistiche ufficiali registrate da APT;
- un coefficiente di carico nave variabile tra i 6.000 TEUs e gli 11.000 TEUs, valore medio di 8.000 TEUs."

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 27	Di 88

Le future previsioni vedono, a parità di numero di navi la settimana, l'introduzione di Navi madre di ultima generazione con portata massima di 14.000 TEUs.

Non va sottaciuto, inoltre, che la "forzante" del sistema è dettata dal numero di navi che ogni giorno/settimana/mese attraversano il canale di Suez per immettere nel mercato europeo le merci provenienti dal Far East. Questa condizione, normalmente trascurata negli studi specialistici di traffico, è in realtà la vera ed unica condizione che deve essere tenuta in debita considerazione durante l'individuazione, anche modellistica, dei flussi di traffico.

Se da una parte, come più volte evidenziato, il ricorso a navi di portata maggiore (es. 14.000 TEUs al posto di 8.000 TEUs attuali) consente di ottenere sensibili economie di trasporto, dall'altra questa condizione risponde già all'aumento della domanda di merci containerizzate. In altre parole, **non ci sono le condizioni per aspettarsi un aumento della domanda del numero di navi.**

Il traffico navale pertanto non si ritiene possa registrare, in termine di numero di navi, un incremento sensibile. Sono le quantità trasportate, a parità di tocche, ad essere incrementate.

6.4 LA NAVE DI PROGETTO

La nave di progetto assunta a base sia dei calcoli strutturali che, più in generale, per la progettazione e posizionamento dei sistemi di ancoraggio (bitte) e di difesa elastica (parabordi), è quella avente una capacità di portata pari a 14.000 TEUs, i cui dati principali, in termini di dimensioni e pescaggio, sono riportati nella tabella seguente.

Al fine di individuare altri scenari possibili e quindi fornire un quadro generale che potesse rappresentare realmente lo stato di fatto all'avvio delle attività terminalistiche, si è esteso lo studio anche a navi avanti caratteristiche diverse ed aventi minori dimensioni ("U" e "S" Class Container Vessel),.

Tabella 9 Tipologie e caratteristiche del naviglio

Shipyard	Teus	Row	Loa	Beam (m)	Draftdesigned	Draftscanting
EMC	13.800	20	368	51,0	14,5	15,8
SAMSUNG H.I.	8.500	17	334	42,8	13,0	14,5
ODENSE S.Y.	9.000	17	367	42,8	12,2	15,0
ODENSE S.Y.	7.226	16	347	42,8	12,2	14,5
COSCO	9.500	17	350	42,8	13,0	14,5
STX S.B.	12.400	19	386	48,4	13,5	15,5

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 28	Di 88

Le caratteristiche delle navi riportate nella tabella evidenziano che, rispetto agli attuali scali di navi da circa 8.000 teus, a parte la differente portata in termini di teus, le dimensioni in lunghezza sono dell'ordine dei 35 metri mentre in larghezza si registra un incremento di circa 8 metri.

Per quanto riguarda il confronto delle capacità di manovra delle navi fra le tre classi di portata (8.000/11.000/14.000 teus) è da evidenziare che maggiori lunghezze e larghezze, vengono compensate con maggiore potenza dei motori con la capacità di sviluppare un notevole afflusso di così detti "filetti fluidi" (massa di acqua spinta dall'elica sul timone) che agiscono sul timone della nave per facilitarne la manovra. Specialmente a nave ferma o in moto di arrancamento (sia avanti che indietro) si può agire con "colpi" di macchina provocando l'afflusso dei filetti fluidi sul timone facendo sì che reagisca per il moto dell'elica e non per quello dello scafo. Si ottiene così una componente che permette di evolvere in spazi molto più ristretti.

Si deve evidenziare che oltre alla potenza in termini di Horse Power nei casi delle più grandi 14.000 teus si hanno doppia elica doppio timone che agiscono indipendentemente a dritta che a sinistra permettendo una amplificazione dell'effetto evolutivo della nave.

Ulteriore componente a vantaggio della capacità evolutiva di queste moderne unità navali sono i cosiddetti Bow/sternthruster vere e proprie eliche trasversali posizionate a prora (bowthruster), e in alcuni casi (quelle di portata maggiore) anche a poppa (sternthruster) sia singoli che gemellati e con potenze di rilievo atte a rendere la manovra eseguibile con i maggiori supporti in dotazione e con minore ausilio di supporto esterno quali rimorchiatori.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 29	Di 88

7. INDAGINI PROPEDEUTICHE ALL'INTERVENTO

Prima di procedere alla progettazione definitiva degli interventi di allungamento del Molo VII e di rifacimento delle travi portarotaia lungo un tratto di 300 m della banchina sud, sono state condotte le seguenti indagini in sito:

- Indagini topografiche del Molo VII;
- Indagini geognostiche e geotecniche;
- Indagini sulle strutture esistenti;
- Prospezioni sismiche a riflessione, rilievo multibeam, rilievo magnetometrico e side scan sonar;
- Prospezioni sismiche a rifrazione.

Per quanto concerne le indagini geognostiche, queste erano state prescritte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel corso dell'iter di approvazione del nuovo Piano Regolatore del Porto (Voto n. 150/10), per approfondire il quadro conoscitivo delle caratteristiche meccaniche dei fondali e l'interazione tra le strutture di fondazione ed i terreni. In tutta l'area portuale di Trieste, infatti, i terreni costituenti i fondali del porto hanno scarsissime qualità portanti, essendo costituiti da strati soffici di materiali fini (limi ed argille) di potenza elevata (15-20 m), giacenti al di sopra dello strato Flyschoide.

Le prove sulle strutture, distruttive e non, hanno fornito utili informazioni sullo stato conservativo in cui versano le strutture esistenti e per portare a termine il progetto definitivo: spessori della soletta, armatura, spessore pavimentazione e caratterizzazione degli strati, ecc.

Nei paragrafi seguenti sono riportati, in estrema sintesi, i risultati delle indagini di interesse per la presente relazione. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni specialistiche allegate al progetto definitivo.

Infine, i fondali interessati dall'intervento di allungamento del Molo VII ricadono nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale di Trieste per cui, ai sensi della normativa vigente in materia, l'area è stata oggetto di due campagne di caratterizzazione ambientale dei sedimenti, i cui esiti sono stati descritti nel paragrafo 7.2

7.1.1 Rilievi topografici

I rilevamenti plano-altimetrici, finalizzati alla definizione di una cartografia e/o modelli digitali del terreno (DTM) sono stati eseguiti con strumentazione idonea e certificata (total station, GPS, etc.), limitatamente all'area di testata del molo per una fascia di 50 m, ed un tratto del molo sud di 300 m per una larghezza di 50 m, oggetto dell'ammodernamento delle vie di corsa e sostituzione delle piastre di impalcato.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 30	Di 88

Il rilievo topografico ha consentito la restituzione plano-altimetrica del molo esistente cui l'opera in progetto ne rappresenta la continuazione, strutturale e funzionale.

Le informazioni ottenute hanno consentito di stabilire le quote della pavimentazione da progettare, la quota di estradosso della soletta delle piastre e la quota in testa al palo, della struttura in progetto. Inoltre è stato possibile configurare la planimetria e gli andamenti altimetrici delle reti impiantistiche connesse all'esistente.

7.1.2 Indagini sulle strutture esistenti

Data la continuità strutturale con l'opera esistente, in particolar modo con la fascia perimetrale della palificata del molo esistente, costituita da pali del diametro 1.800 mm in calcestruzzo armato vibrocompresso, destinata a sostenere le piastre di impalcato in progetto, sono state eseguite indagini mirate a valutare lo stato conservativo in cui versano le piastre e le travi esistenti mediante test:

- magnetometrici;
- indagini SONREB;
- prove di rottura delle carote prelevate;
- valutazione della profondità di carbonatazione dello strato superficiale delle carote estratte;
- verifica del profilo di penetrazione degli ioni cloruro.

Le indagini sono state condotte in sei punti (Figura 8 Planimetria dei punti di indagine strutturale) e hanno interessato le piastre prefabbricate dell'impalcato.

Per programmare la campagna di indagine si è fatto riferimento alle tavole di Progetto Esecutivo Generale per il "Completamento del Molo VII nel bacino E. F. Duca D'Aosta del Porto di Trieste" del 1983. Da tali tavole si evince che le Piastre Tipo hanno una dimensione di 10,0 x 10,0 m e sono percorse da nervature di rinforzo ortogonali a metà della lunghezza dei 4 lati.

La soletta superiore della piastra nervata ha spessore di 230 mm, con armatura longitudinale e trasversale $\varnothing 14/20$, e copriferro non minore di 40 mm, sia nelle piastre realizzate negli anni 60 sia in quelle impiegate nella zona sud del molo, realizzata negli anni 80.

Per quanto attiene al pacchetto della pavimentazione, esso è genericamente composto da uno strato superficiale di conglomerato bituminoso di spessore variabile tra i 3 e gli 8 cm e da una platea di calcestruzzo magro di spessore variabile tra 5 e 22 cm poggiante su di un misto cementato di varia pezzatura di spessore compreso tra 18 e 33 cm.

Nella seguente figura e successiva tabella sono indicati i punti di indagine e gli spessori della pavimentazione punto per punto.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 31	Di 88

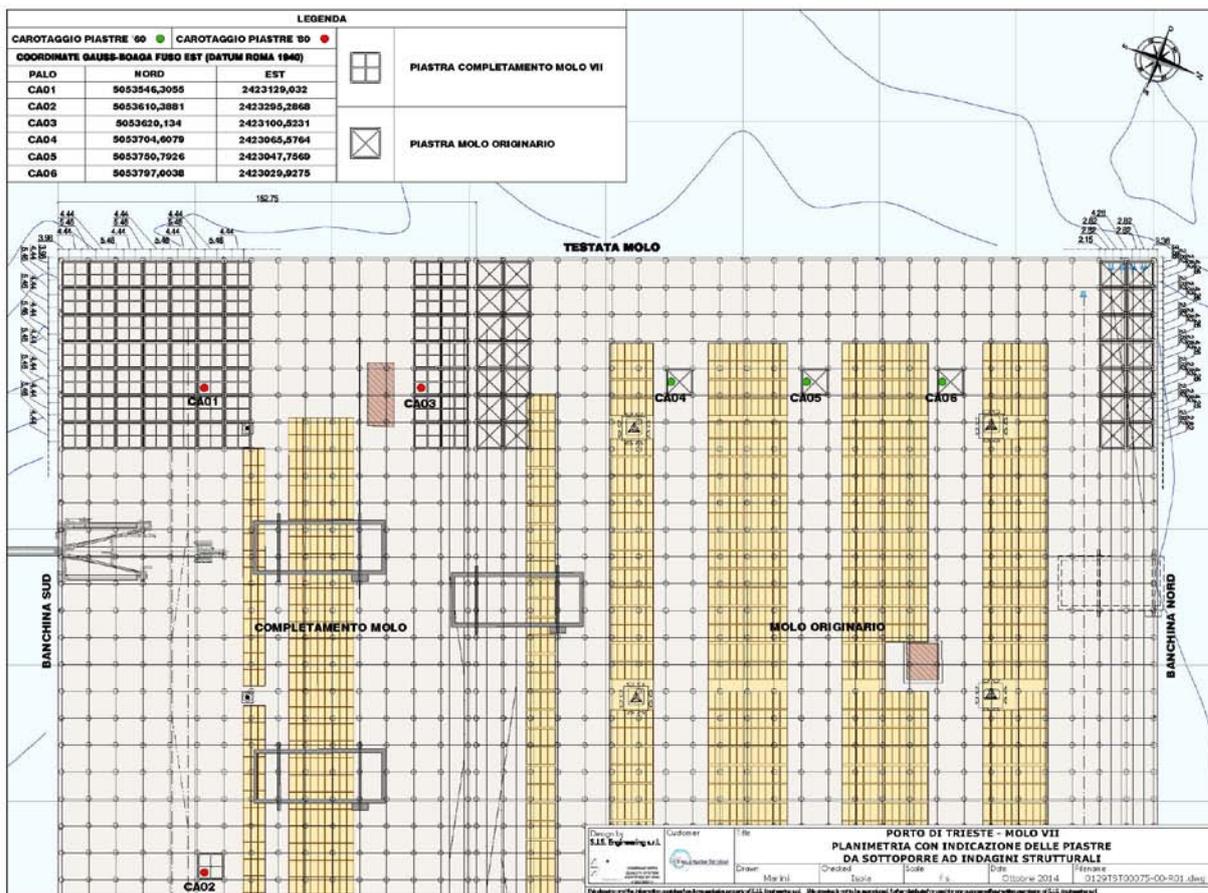


Figura 8 Planimetria dei punti di indagine strutturale

Tabella 10 Pavimentazione portuale nei 6 punti di indagine

	PUNTO INDAGINE					
	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06
Conglomerato bituminoso (cm)	8	7	3	6	4	6
Calcestruzzo magro (cm)	5	8	10	16	22	20
Misto cementato (cm)	33	30	33	18	16	9+8*

* Nel punto CA 06 al di sotto del calcestruzzo magro sono presenti 9 cm di pietrame grossolano di diametro massimo 8 cm e 8 cm di misto cementato

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 32	Di 88

7.1.3 Prospezioni sismiche a riflessione, rilievo multibeam, rilievo magnetometrico e Side Scan Sonar

L'area di intervento a mare è stata interessata, oltre che dai sondaggi geognostici, anche dalle seguenti indagini:

- esecuzione di prospezioni sismiche a riflessione;
- rilievo batimetrico di dettaglio mediante sistema Multibeam;
- rilievo delle anomalie magnetiche;
- rilievo del fondale marino mediante sistema Side Scan Sonar,

L'indagine sismica a riflessione ha consentito di conoscere l'assetto litostratigrafico presente nell'area, caratterizzato da sedimenti fini limoso-argilloso-sabbiosi a contatto con il "top" del substrato Flysch, ovvero di individuare il tetto del Flysch attraverso la restituzione di profili 2D e di ricostruire il modello tridimensionale dell'assetto geolitologico dell'area.

Il rilievo batimetrico mediante sistema multibeam è finalizzato a definire l'assetto batimetrico e morfologico del fondale marino e individuare eventuali anomalie presenti sul fondale. I dati hanno rilevato che il fondale si attesta sui -18,0/-18,50 m dal livello medio marino, in prossimità della testata del molo, con un leggero incremento fino a circa -19,0 m sul l.m.m. a circa 100 metri dalla testata.

Il rilievo Side Scan Sonar restituisce immagini del fondale a grande scala, simili a fotografie aeree, che forniscono un'accurata visione in pianta della morfologia del fondale marino, compresa la dimensione e la forma di eventuali oggetti. Una peculiarità delle registrazioni con *Side Scan Sonar* è data dall'importanza delle ombre generate da oggetti presenti sul fondo, che consentono di ottenere una visione tridimensionale dell'immagine e di definirne le altezze. In base alla diversa risposta acustica è possibile ricavare anche informazioni indirette, di carattere puramente indicativo, sulla natura del sedimento.

7.1.4 Indagini geologico-geotecniche

Al fine di disporre di tutte le informazioni necessarie alle verifiche di resistenza e di deformabilità della nuova struttura, sono state eseguite una serie di prove, in situ ed in laboratorio, per la definizione di un modello geotecnico del sottosuolo con cui l'opera dovrà interagire.

Come risulta dallo schema planimetrico di ubicazione dei sondaggi (elaborato 0129TST01054), la distribuzione dei punti da esplorare, aventi interasse variabile, è tale da coprire interamente l'area interessata dal prolungamento.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 33	Di 88

Le prove hanno consentito:

- la definizione del profilo stratigrafico;
- la caratterizzazione fisico-meccanica dei diversi strati rilevati.

In particolar modo, è stato indagato lo strato dei sedimenti marini, per la definizione di tutti i parametri legati alla portanza e alla deformabilità (cedimenti), nonché l'ammasso flyschoidale, alterato per i primi metri, integro negli strati successivi in cui verranno ammorsati i pali di fondazione.

Sono stati eseguiti n°11 sondaggi localizzati come in figura, di cui 4 eseguiti da terra, 7 da mare, con profondità tali da raggiungere lo strato roccioso integro.

Lungo le verticali indagate sono state effettuate complessivamente:

- n°20 prove penetrometriche dinamiche (SPT);
- n°16 prelievi di campione dei sedimenti limoso-argillosi
- n°12 prelievi su strato roccioso costituito da Flysch;

Per tutti i sondaggi è stata registrata la modalità di esecuzione della perforazione ed il campionamento alle diverse profondità raggiunte.

Oltre alla ricostruzione stratigrafica, sono state eseguite prove di laboratorio per la caratterizzazione del campione.

Per ciascun campione è stata eseguita l'analisi granulometrica per setacciatura e per sedimentazione.

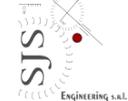
Su n.12 campioni prelevati, è stata effettuata la prova di compressione triassiale non consolidata, non drenata UU, nel rispetto delle raccomandazioni AGI del 1994

Sono state eseguite poi n.4 prove di compressione triassiale consolidata drenata (CID) secondo indicazioni AGI del 1994 con interpretazione grafica dei cerchi di Mohr a rottura e caratteristiche di resistenza in tensioni efficaci nella prova di taglio triassiale C.I.D..

Per identificare e caratterizzare geomeccanicamente l'ammasso roccioso del Flysch, sono state spinte le perforazioni oltre lo strato alterato, fino a riscontrare materiale compatto ed integro, per non meno di 2 m.

Le carote prelevate sono state sottoposte a descrizione litologica e determinazione dei parametri indici ISRM -1977.

Sono inoltre state eseguite, su n.6 carote, delle prove di compressione uniassiale su roccia, secondo le direttive ISRM del 1979, per la determinazione del modulo elastico, mentre su n.10 provini, o spezzoni di carota, sono state svolte prove di punzonamento su roccia (Point Load Strength Index) per la determinazione dell'indice di resistenza a punzonamento dell'elemento roccioso.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 34	Di 88

7.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI FONDALI

Il porto di Trieste ricade nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale, individuato con Decreto del Ministero dell’Ambiente prot. n. 639/RIBO/M/DI/B del 24 febbraio 2003.

L'area marina del SIN è delimitata dal tratto di costa che si estende dal Molo V, a Nord, a Punta Ronco, a Sud e, al largo, dalle dighe foranee del porto.

Come illustrato nella seguente figura, **dalla perimetrazione è esclusa l’area a terra del Molo VII.**

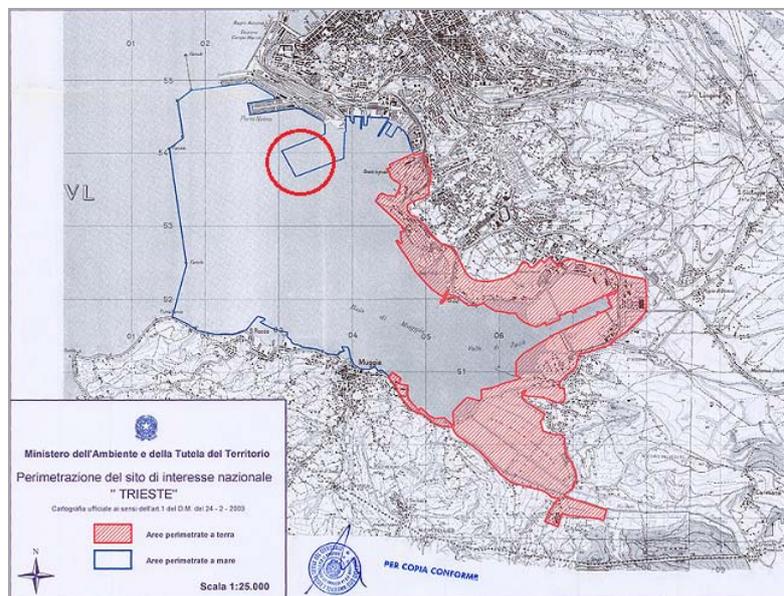


Figura 9 Perimetrazione del sito d'interesse nazionale "Trieste"

Ai sensi della normativa vigente, l’area interessata dal prolungamento di 400m del Molo VII, intervento previsto nello scenario a breve periodo del nuovo Piano Regolatore Portuale, è stata oggetto di due campagne di caratterizzazione ambientale: la prima fra novembre 2009 e gennaio 2010, la seconda nel gennaio 2011.

Durante la campagna più recente sono stati eseguiti n° 21 sondaggi spinti fino a 5 metri di profondità e per ogni sondaggio il campionamento e l'analisi di n° 7 sezioni (per un totale di n° 147 campioni).

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 35	Di 88

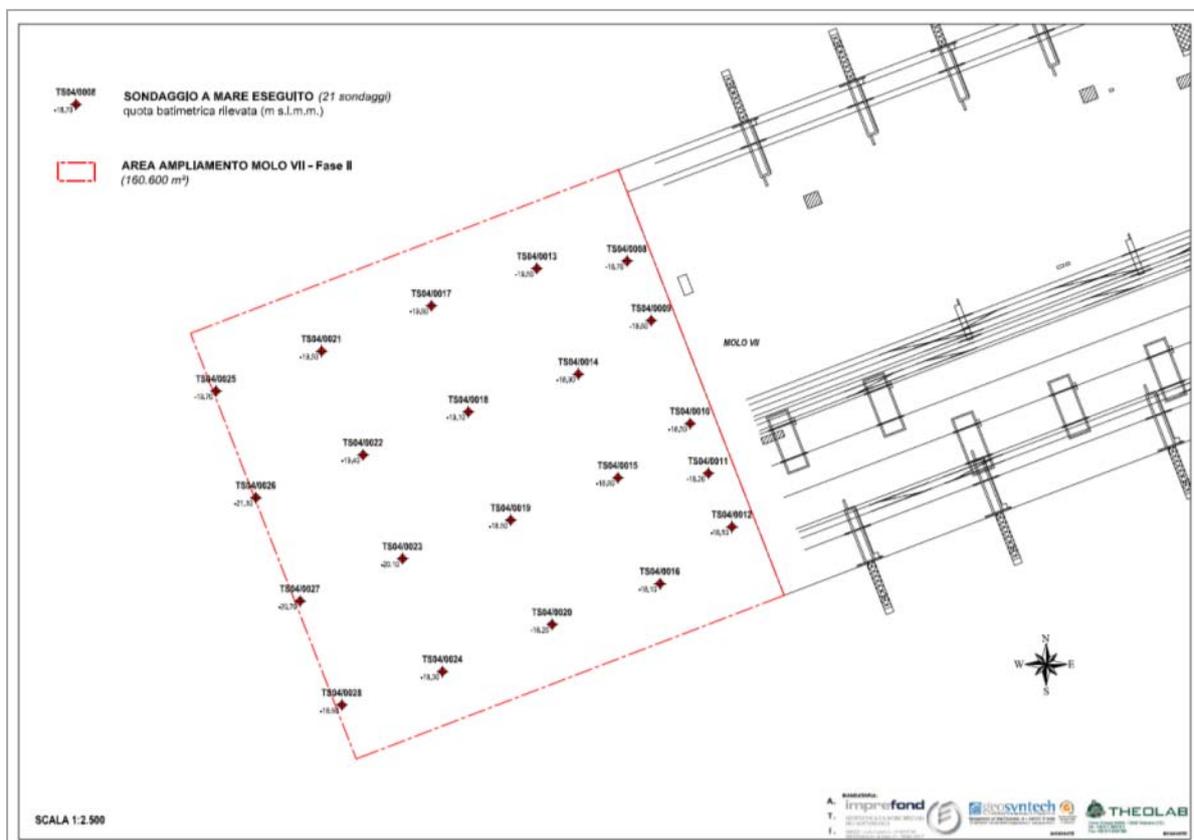


Figura 10 Ubicazione delle indagini eseguite nella campagna del giugno 2011

Le conclusioni sono riportate nel “Piano generale di gestione dei sedimenti” allegato al nuovo Piano Regolatore Portuale (2009). Un estratto del documento è riportato di seguito:

“...Sono stati registrati diversi superamenti dei valori di intervento definiti da ISPRA (già ICRAM) per il Sito di Bonifica di Interesse Nazionale di Trieste. I superamenti interessano principalmente metalli (Mercurio, Arsenico, Piombo, Rame, Zinco, Cromo e Cadmio), IPA totali (tra i singoli Antracene, Benzo(a)pirene e Fluorantene) e DDT; tali superamenti sono presenti in quasi tutta l’area, ad eccezione di una zona centro-settentrionale (stazioni TS04/0017, TS04/0018, TS04/0021, TS04/0022) che invece presenta concentrazioni conformi.

Tutte le concentrazioni rilevate, per tutti gli analiti e per tutti gli spessori analizzati, son risultate sempre inferiori ai limiti per pericolosi.

Tutti i risultati georeferenziati sono stati importati nel software Isatis 2011 Geovariances per effettuare le analisi spaziali dei dati. Per la stima qualitativa delle concentrazioni chimiche è stata utilizzata la tecnica dell’Inverse Distance Weighted, essendo sia l’area di indagine che la strategia di campionamento sufficientemente omogenee. I risultati dell’analisi spaziale sono stati successivamente esportati da Isatis ed importati in un sistema GIS, dove sono state create mappe di distribuzione delle concentrazioni per i singoli analiti e i singoli strati.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 36	Di 88

I valori inferiori al limite di intervento ISPRA sono stati rappresentati utilizzando una scala cromatica di verdi suddivisa in tre classi uguali. I valori superiori al limite di intervento ISPRA ed inferiori al limite di Colonna B, Tab. 1, Allegato 5 al Titolo V alla Parte IV del D. Lgs. 152/06 sono stati suddivisi in nove classi uguali e colorati seguendo una scala cromatica dal giallo all'arancione. I valori superiori al limite di Colonna B ed inferiori ai limiti del D.M. 7/11/08 e s.m.i. sono stati rappresentati mediante tre tonalità di rosso. Infine, i valori superiori ai limiti del D.M. 7/11/08 e s.m.i. per i pericolosi sono stati rappresentati con il solo colore viola.

Nel seguito si riportano alcune rappresentazioni per singolo elemento, le cui concentrazioni sono risultate significative, a seguito delle elaborazioni spaziali, significative ai fini della bonifica..." (elaborazioni ISPRA).

Come si evince dalle illustrazioni, l'area di intervento, il cui limite è stato indicato con la linea tratteggiata in rosso, non comprende i fondali caratterizzati da un livello di contaminazione più elevato (rossi).

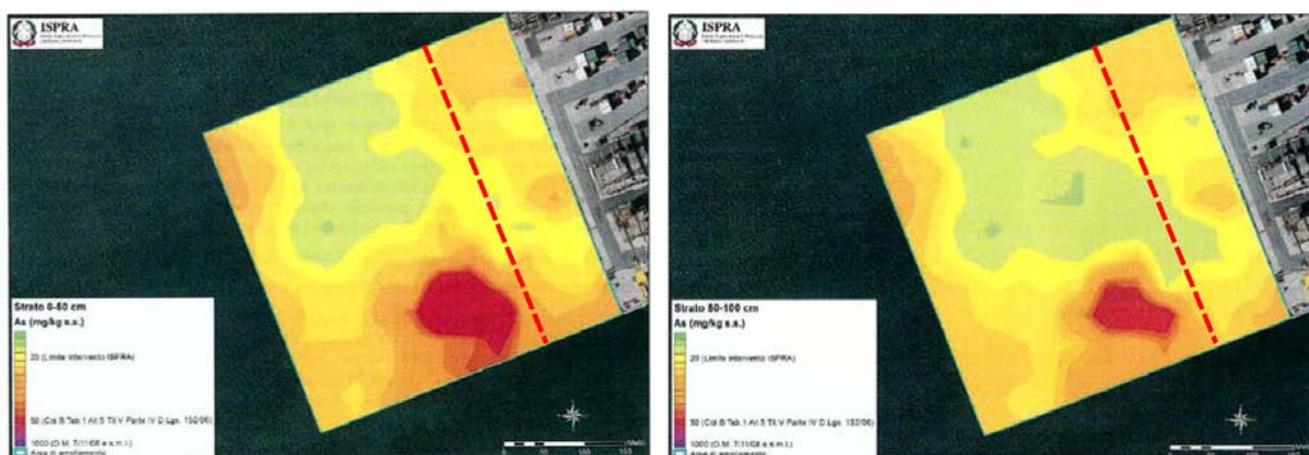


Figura 11 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 0-50 cm e 50-100 cm



Figura 12 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 100-150 cm e 150-200 cm

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 37 Di 88

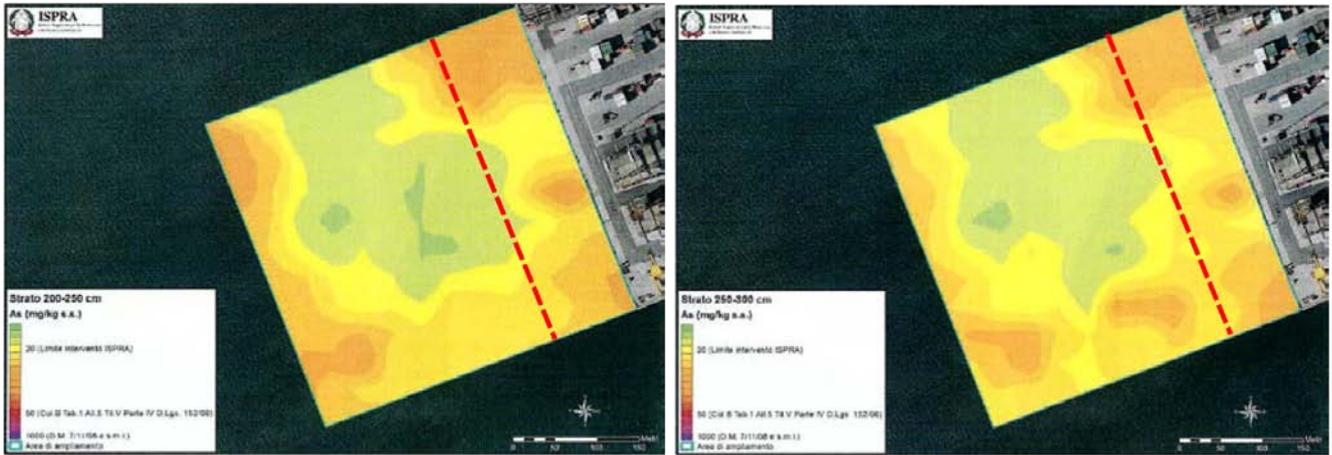


Figura 13 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 200-250 cm e 250-300 cm



Figura 14 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 300-350 cm e 350-400 cm

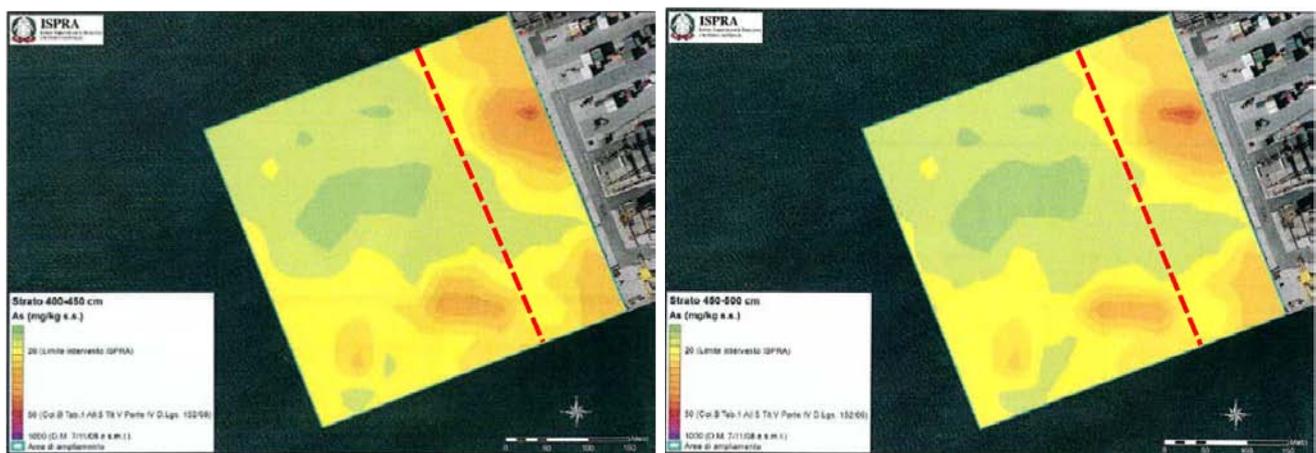


Figura 15 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di AS nello strato 400-450 cm e 450-500 cm

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 38 Di 88

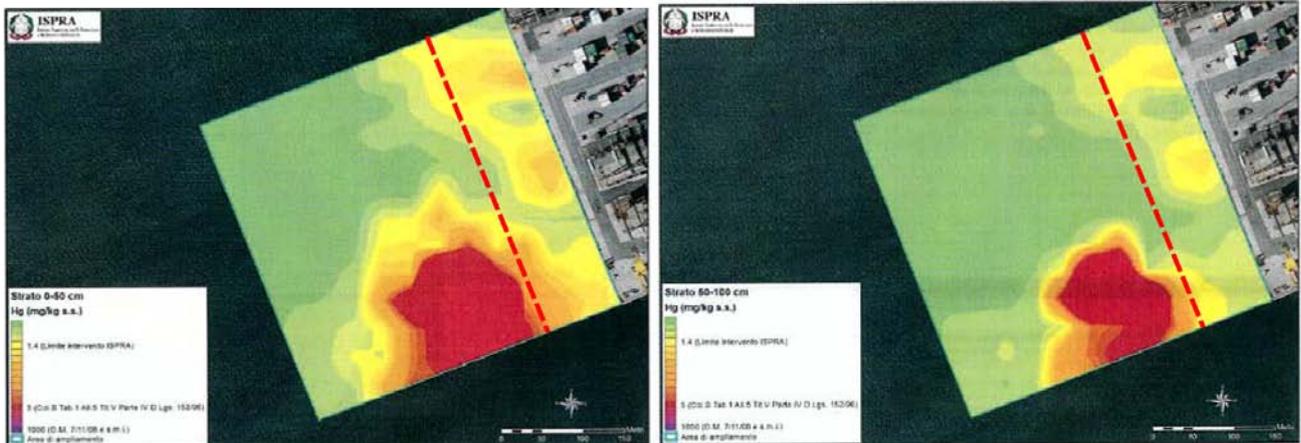


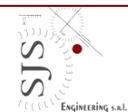
Figura 16 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 0-50 cm e 50-100 cm



Figura 17 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 100-150 cm e 150-200 cm



Figura 18 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 200-250 cm e 250-300 cm

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 39 Di 88

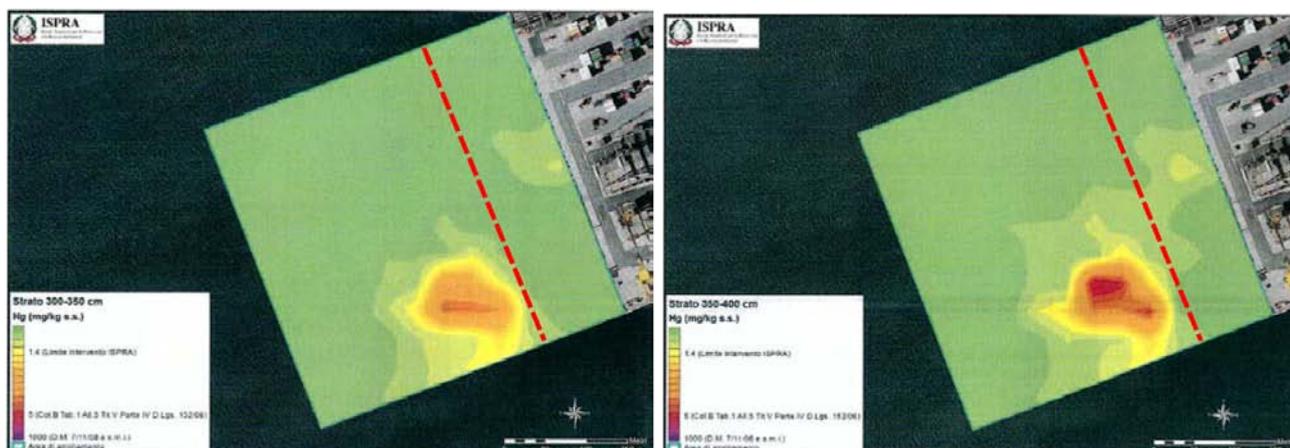


Figura 19 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 300-350 cm e 350-400 cm

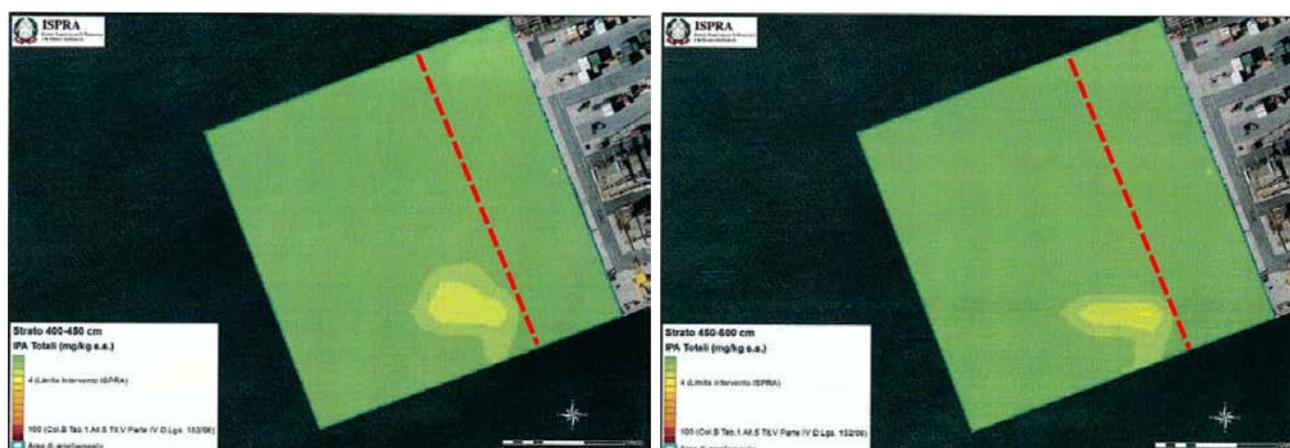


Figura 20 Elaborazione spaziale delle concentrazioni di HG nello strato 400-450 cm e 450-500 cm

Nella tabella seguente sono riportate le possibili modalità di gestione dei sedimenti, inclusi quelli di risulta della trivellazione dei pali, previste nel “Piano generale di gestione dei sedimenti” in funzione del livello di contaminazione del materiale.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 40	Di 88

ENTITA' DELLA CONTAMINAZIONE	BONIFICA	POSSIBILI GESTIONI
concentrazioni < limiti di intervento ISPRA	Nessuna azione è necessaria	<ul style="list-style-type: none"> • Refluimento diretto in vasca di colmata • Immissione controllata in mare • Ripascimento, rimodellamento dei fondali • Costituzione terrapieni portuali/costieri
limiti di intervento ISPRA < concentrazioni < limite per suolo industriale*	Necessaria bonifica, bassa priorità	<ul style="list-style-type: none"> • Refluimento diretto in vasca di colmata • Trasporto ad impianto di trattamento al fine della selezione granulometria e/o di ridurre la contaminazione in base alla destinazione d'uso • Riutilizzo a terra in siti idonei per destinazione d'uso
limite suolo industriale* < concentrazioni < pericolosi**	Necessaria bonifica, media priorità	<ul style="list-style-type: none"> • Refluimento diretto in vasca di colmata conterminata a bassa permeabilità (art 5 bis legge 84/94)
Concentrazioni > pericolosi**	Necessaria bonifica, alta priorità	<ul style="list-style-type: none"> • Inviati a trattamento e/o scarica

* limite della Tabella 1, Colonna B, riportata in Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;

Figura 21 Possibili modalità di gestione dei sedimenti in base ai risultati della caratterizzazione (Piano generale di gestione dei sedimenti – Piano Regolatore del porto di Trieste, settembre 2014)

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 41	Di 88

8. ASPETTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED EVOLUTIVI - INDAGINI ESEGUITE

8.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE GENERALI

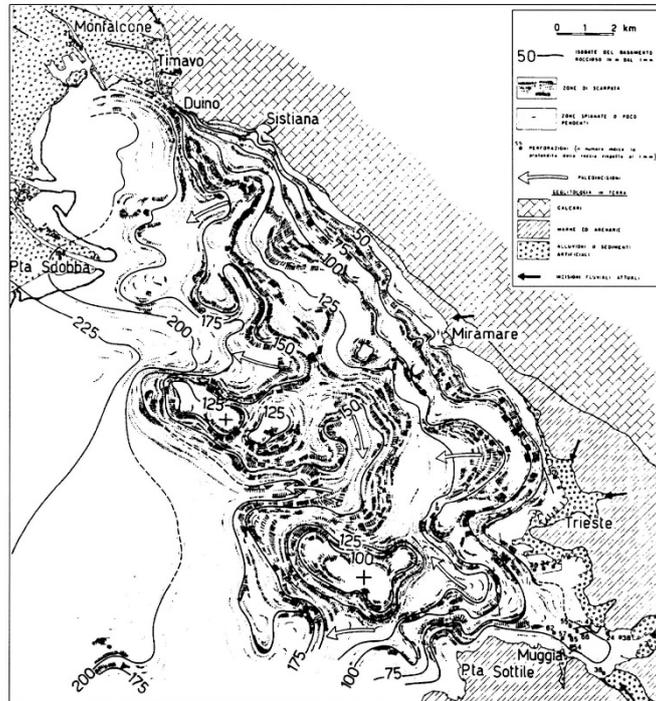
L'area d'indagine è ubicata nel comprensorio meridionale di Trieste, a Sud del Colle di S. Vito, all'interno del comprensorio portuale e, più precisamente, nell'area antistante la testata del Molo VII avente dimensioni di 200 x 400 m, ovvero su una superficie di 80.000 m², così come meglio evidenziato negli elaborati allegati.

Il tratto di mare interessato dal progetto presenta, sotto il profilo batimetrico, un assetto molto omogeneo con profondità di circa - 18.0 m s.l.m.m. in corrispondenza della banchina esistente che, successivamente, raggiunge la profondità massima di - 19.0÷20.0 m s.l.m.m. al limite dell'area di indagine.

L'area d'indagine appartiene Golfo di Trieste ed, in particolare, alla Baia di Muggia che ne costituisce il settore orientale; si tratta di un mare molto giovane poiché in epoca pre-quadernaria l'area era ancora emersa e solo nell'era Neozoica iniziò un abbassamento della preesistente piattaforma carbonatica. Tale evoluzione paleoambientale ha condizionato la morfologia dell'area, caratterizzata da ripidi approfondimenti dei fondali marini e dalla presenza di ridotte aree di spiaggia (*Masoli M, Zucchi M. L., 1968*). Su questo assetto originario, all'interno delle aree portuali, sono stati operati importanti interventi antropici che ne hanno obliterato l'originale morfologia.

Questo assetto è stato evidenziato anche mediante l'esecuzione di un profilo sismico continuo nel golfo di Trieste (*Morelli C., Mosetti, F., 1968*) che ha identificato la progressiva evoluzione del bacino, mettendo in evidenza la presenza continua e regolare, ai margini del bacino, del basamento roccioso caratterizzato, nella maggior parte dei casi, da marne ed arenarie. Il basamento segue dei rigidi gradini, rapportabili a paleo-terrazzamenti, originatisi a seguito di una notevole incisione operata dai principali torrenti locali. Tale assetto è costituito da piani orizzontali che si mantengono abbastanza paralleli all'attuale linea di costa e che rappresentano le antiche linee di spiaggia (*Mosetti F., 1966*).

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE			Pagina 42 Di 88



Morelli C., Mosetti, F., 1968

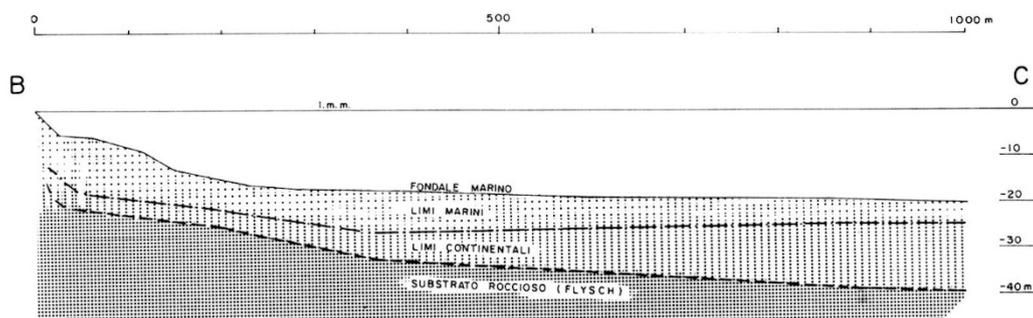
L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un substrato litoide afferente alla *Formazione del Flysch triestino (Eocene p.p.)*, alternanza di marne ed arenarie di età paleogenica, in rapporto variabile tra i due litotipi ed in alternanza ritmica di sedimentazione, la cui parte superiore si presenta alterata e degradata fino a perdere la propria struttura litoide. Con il termine di "formazione marnoso-arenacea" ci si riferisce ad un'alternanza ritmica di rocce clastiche, originatesi in ambiente di sedimentazione marino caratterizzate da due tipi litologici principali, marne ed arenarie, a caratteristiche petrografiche e fisiche notevolmente diverse (Onofri R., 1982).

Tale litologia è ben rappresentata nel territorio triestino, anche se complicata da notevoli variazioni di *facies* proprie dei diversi sottobacini di deposizione. Le arenarie sono prevalentemente delle calcareniti, caratterizzate da una matrice carbonatica con frazione detritica costituita, per lo più, da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Sono rocce molto dure, compatte e rigide il cui singolo provino di materiale è dotato di altissima resistenza meccanica. Le arenarie sono, in genere, nettamente stratificate con singoli strati aventi potenza variabile da centimetrica a pluridecimetrica. Le marne hanno composizione mineralogica simile alle arenarie, ma si differenziano per una maggiore percentuale di carbonati a scapito degli altri componenti mineralogici, oltre a ricchezza di resti organici fra i quali predominano i Foraminiferi. Inoltre, le marne, sovente fratturate nel tipico assetto "a cubetti", essendosi depositate in strati sottili, subiscono facilmente una sorta di desquamazione in piccole scaglie, specialmente nei casi in cui la roccia è stata oggetto di intense deformazioni ad opera di stress tettonici. I processi di

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 43	Di 88

degradazione delle porzioni superficiali del Flysch determinano una completa alterazione, disgregazione e disarticolazione della massa rocciosa, che diviene un terreno costituito da una matrice limoso-sabbioso-argillosa inglobante corpi detritici di arenaria e, in percentuale minore, di scaglie di marna. Questi depositi, definiti come argille limoso-sabbiose talora ghiaiose, segnano il passaggio tra il basamento roccioso ed i sovrastanti depositi fini marini ed hanno spessori molto variabili localmente, anche in aree poco estese. Il Flysch nei termini più superficiali presenta una fascia di alterazione che, pur mantenendo la struttura lapidea, si presenta parzialmente degradato e disarticolato, ed in genere i litotipi marnosi ed arenacei assumono colorazioni giallo-occracee; lo spessore di questo livello, usualmente definito Flysch alterato, è molto variabile, con potenze medie comprese fra 0.50 e 3.0 m, anche se si possono rinvenire spessori maggiori.

Sovrastante il Flysch, sono presenti dei sedimenti di origine marina, caratterizzati da argille limose o limi argillosi di colore grigio-verde o grigio-nero, con frazione organica e livelletti sabbiosi di età post-wurmiana, che spesso presentano resti conchigliari e, talora, torba.



Profilo geologico schematico dal Colle di Sant'Andrea alla Lanterna (Trieste)

(Brambati A., Catani G., 1988)

Si tratta di sedimenti marini ed in parte continentali, caratterizzati essenzialmente da materiali fini, quali argille e limi, talora con sabbie, di colore variabile dal grigio-verde al grigio-nero, per arrivare al marrone scuro-nero nel caso di intervalli torbosi o a composizione fortemente organica. I depositi grossolani, formati da sedimenti ghiaiosi poligenici, sono presenti principalmente lungo la costiera triestina o lungo le foci delle aste idriche che defluiscono a mare dai rilievi collinari presenti nell'ambito triestino.

Per quanto al Flysch, la ripetizione ritmica di marne ed arenarie nella loro successione stratigrafica risulta molto mutevole, dovuta *in primis* alla modalità di sedimentazione, e secondariamente, alle sollecitazioni tettoniche cui sono state sottoposte.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 44	Di 88

9. ASPETTI GEOTECNICI

Ad integrazione e verifica delle indagini svolte nel 1967 e 1983/1987 per la realizzazione del molo originario e del completamento, nei mesi di ottobre e novembre 2014 è stata effettuata una nuova campagna di indagine, volta alla caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni interessati dall'opera in progetto, ed articolata secondo quanto descritto qui di seguito:

- N. 4 sondaggi in mare dalla banchina del molo (S3 – S5 – S7 – S10), spinti fino ad una profondità massima di 57 m da p.c., con contestuale prelievo di n. 13 campioni indisturbati o semi disturbati da sottoporre a prove di laboratorio di caratterizzazione fisica, granulometrica e meccanica (parametri di resistenza e deformabilità);
- N. 7 sondaggi in mare da pontone (S1 – S2 – S4 – S6 – S8 – S9 - S11), spinti fino ad una profondità massima di 58,8 m da p.c., con contestuale prelievo di n. 16 campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio di caratterizzazione fisica, granulometrica e meccanica (parametri di resistenza e deformabilità);
- N. 20 prove penetrometriche dinamiche SPT in foro di sondaggio, di cui 12 da pontone e 8 dal bordo banchina) spinte fino ad una profondità massima di circa 38,8 m dal p.c.;
- indagini di tipo indiretto per l'individuazione della morfologia del fondale e del tetto della formazione flyschoidale lungo tutto l'area di indagine costituite da:
 - Rilievo batimetrico multibeam;
 - Prospezione sismica a riflessione;
 - Rilievo magnetometrico;
 - Rilievo side scan sonar;

La successione stratigrafica dell'area d'intervento, ampiamente descritta nella dalla relazione geotecnica (Cfr. Doc. 0129TST01003) e conclusiva della approfondita campagna di indagini stratigrafiche, geognostiche, sismiche e di laboratorio, può essere efficacemente sintetizzata, nei seguenti litotipi (dall'alto verso il basso ed a partire dal livello di riferimento costituito dal livello medio mare):

- LITOTIPO A – Complesso di sedimenti fini, limo e argilla, poco consistente con presenza di tritume conchigliare, lenti di sabbia e torba
- LITOTIPO B1 – Flysch alterato marnoso arenaceo
- LITOTIPO B2 – Flysch integro arenaceo marnoso.

I parametri dedotti dalla campagna di indagine sono stati utilizzati per la determinazione della rigidità delle molle da assegnare ai vincoli che simulano nel modello FEM il suolo alla Winkler per i pali di fondazione.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 45	Di 88

La rigidezza da assegnare alle molle è stata determinata come:

- K molle orizzontali=coefficiente di Winkler orizzontale * diametro del palo
- K molle verticali=coefficiente di Winkler verticale * areadi base del palo

Nel calcolo della rigidezza delle molle non è presente l'interasse tra le molle in quanto il programma di calcolo è in grado automaticamente di assegnare la giusta rigidezza in base alla suddivisione dell'elemento. I valori assegnati quindi sono rigidezza a metro lineare di palo.

Nel nodo terminale del palo è stata posta una molla puntuale in grado di simulare la rigidezza del terreno portante al di sotto della base.

Le verifiche sono state condotte sia agli stati limite ultimi che di esercizio, secondo gli approcci previsti al capitolo 6 e 7 delle NTC.

Per le verifiche geotecniche sui pali di fondazione, in particolare, le NTC (par. 6.4.3) consentono di eseguirle sia secondo l'approccio 1 – combinazioni 1 e 2 (A1+M1+R1, A2+M1+R2), che secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3). Nel presente progetto, sono state condotte secondo entrambi gli approcci, a favore di sicurezza ed a riscontro della variabilità dei risultati ottenuti, senz'altro d'utilità al fine di garantire la significatività del dimensionamento.

Il dimensionamento a forze verticali è stato eseguito sul palo più sollecitato ed in riferimento allo schema stratigrafico maggiormente cautelativo.

La valutazione della portanza laterale è avvenuta secondo la teoria di Broms ritenendo i pali vincolati in testa rispetto alla rotazione.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 46	Di 88

10. ASPETTI METOMARINI

Di seguito si riportano i principali aspetti meteomarini presi a riferimento per la progettazione delle opere. Va sottolineato che, mentre per i dati batimetrici si è condotta una approfondita analisi on site, finalizzata alla perfetta conoscenza delle condizioni al contorno nelle quali si andavano a realizzare le opere, per gli aspetti quali maree, correnti, vento e clima ondoso, di seguito si riporta un estratto degli studi specialistici (Volume A, Il Porto Fisico – Anno 2009) condotti nell’ambito della redazione degli elaborati di Piano Regolatore Portuale e che, in quanto tali, devono essere presi a riferimento.

D’altro canto è proprio la redazione del Piano Regolatore Portuale che detta le condizioni di progetto all’interno delle quali si devono muovere i singoli progettisti. In particolare risultano fissate la quota di calpestio del prolungamento del Molo VII (+2,60m s.l.m.m.), l’orientamento dello stesso, nonché la tipologia della struttura da adottare, rimandando alle successive fasi di progettazione gli approfondimenti relativi alla fattibilità dell’intervento, alla lunghezza dei pali, al diametro degli stessi, e a tutte le specificità che solo una progettazione approfondita può analizzare ed affrontare.

10.1 BATIMETRIA

L’indagine strumentale condotta è stata finalizzata alla migliore definizione dell’assetto del fondale marino e per la verifica di eventuali “target” presenti nell’area di ampliamento del Molo VII. In particolare, le indagini svolte sono state finalizzate alla definizione dell’assetto batimetrico e morfologico del fondale marino e per individuare eventuali anomalie presenti sul fondale. Le misure sono state eseguite utilizzando un ecoscandaglio multifascio (*Multibeam*) della Reson modello Seabat 7125, che consente di ottenere simultaneamente 512 beam equidistribuiti sul fondale, con una frequenza massima di 50 impulsi al secondo. Il rilievo è stato svolto sull’intera area di ampliamento del Molo VII e lungo la banchina Nord, percorrendo rotte tra loro parallele a distanza tale da garantire una sovrapposizione dei dati (*overlapping*) di almeno il 20%.

In Figura 22 Carta batimetrica dell’area di intervento viene riportata la carta batimetrica ottenuta dalla digitalizzazione del rilievo condotto.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 47	Di 88

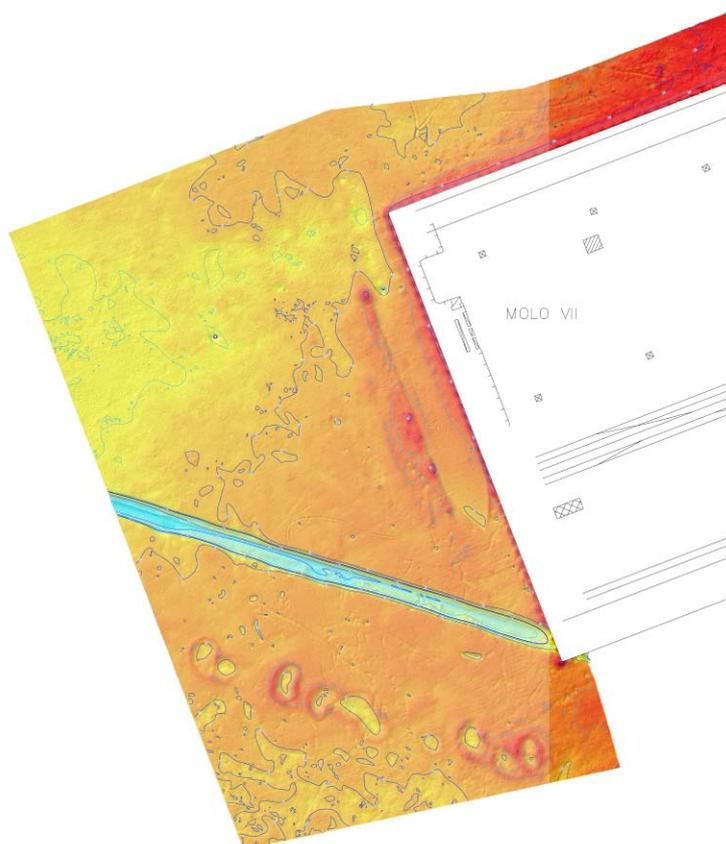


Figura 22 Carta batimetrica dell'area di intervento

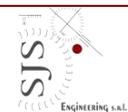
10.2 MAREE

L'analisi statistica delle variazioni del livello del mare ha lo scopo di verificare la compatibilità delle quote delle strutture di banchina con le variazioni del livello del mare, e la validità delle scelte già effettuate in passato nella progettazione delle banchine esistenti, anche sulla base di un'ampia e consolidata esperienza, tenendo conto che:

- le quote di banchina possono influenzare la funzionalità e le modalità di ormeggio delle navi e le caratteristiche dei mezzi di banchina;
- le quote dell'intradosso di travi ed impalcati possono indirizzare le scelte in tema di tipologia strutturale anche in relazione alla modalità e alla frequenza degli interventi di manutenzione (la situazione ideale è infatti quella in cui travi e impalcati non sono raggiunti dal mare o lo sono molto raramente).

Le variazioni del livello del mare sono molto evidenti nell'alto Adriatico, potendo raggiungere, in condizioni eccezionali, escursioni pari anche a 2 ÷ 2,5 metri.

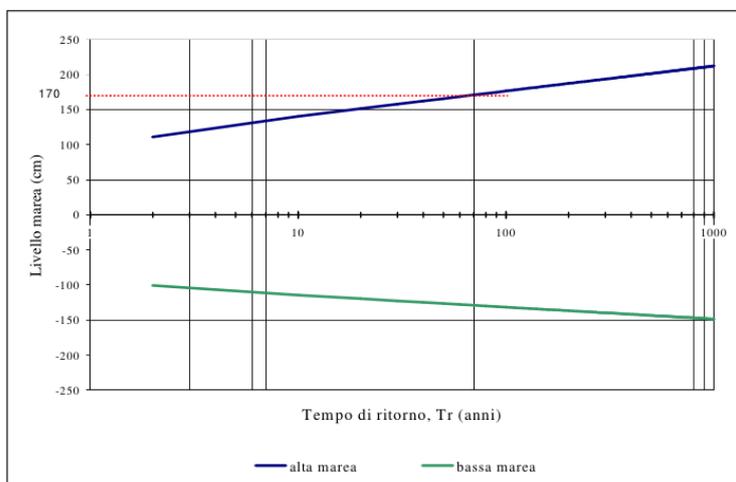
Tali variazioni dipendono da effetti astronomici e da particolari condizioni meteorologiche.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 48	Di 88

L'escursione di marea relativa agli effetti astronomici è limitata a circa 1 metro, mentre la parte rimanente, dipendente dagli effetti locali del vento e dai fenomeni di oscillazione dell'intero mare Adriatico, indotti dal passaggio di particolari perturbazioni, è estremamente variabile e può essere di entità superiore a quella astronomica. In particolare i livelli di marea meteorologici più elevati si hanno in concomitanza di basse pressioni sull'Adriatico Settentrionale e vento di Scirocco.

Prendendo come riferimento lo studio specialistico condotto per la redazione del *Piano Regolatore Portuale del Porto di Trieste* (Studio specialistico Volume A, giugno 2011), di seguito si riportano i risultati relativi all'analisi statistica delle variazioni del livello del mare, eseguita utilizzando i dati rilevati dal mareografo locale, ubicato nel porto di Trieste in corrispondenza del molo Sartorio, e gestito dall'Istituto Talassografico del CNR, livelli minimi e massimi annui registrati al mareografo nel periodo compreso dal 1875 al 1996.

I dati sono stati elaborati statisticamente utilizzando la funzione doppio esponenziale di Gumbel, e ottenendo le curve di correlazione dei livelli marini minimi e massimi rispetto al periodo di ritorno riportate graficamente nella Figura 233: considerata l'estensione del campione di dati, lo studio condotto (Studio specialistico Volume A, giugno 2011) è riuscito a definire con buona approssimazione eventi di marea con un tempo di ritorno anche fino a 200 anni.



Fonte: Istituto Talassografico del C.N.R., molo Sartorio

Figura 23 Distribuzione delle maree estreme in funzione del tempo di ritorno

In Tabella 11 sono sintetizzati i livelli minimi e massimi dedotti con la formula di Gumbel per tempi di ritorno di 2, 10, 50, 100 e 200 anni.

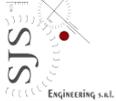
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 49	Di 88

Tabella 11 Livelli massimi e minimi di marea per tempi di ritorno significativi (cm) estrapolati dallo Studio specialistico (Volume A, giugno 2011) del Piano Regolatore Portuale del Porto di Trieste

LIVELLI	TEMPO DI RITORNO (ANNI)				
	2	10	50	100	200
Minimi	-100	-120	-128	-130	-140
Massimi	112	140	163	+170	175

Lo stesso Piano Regolatore Portuale di Trieste, a conferma dei livelli massimi e minimi di marea dedotti statisticamente per il periodo di osservazione 1875÷1996, riporta un estratto di più recenti misurazioni del livello del mare restituite dal sensore APAT di Trieste negli anni 2000, 2001 e 2004 (Figura 24).

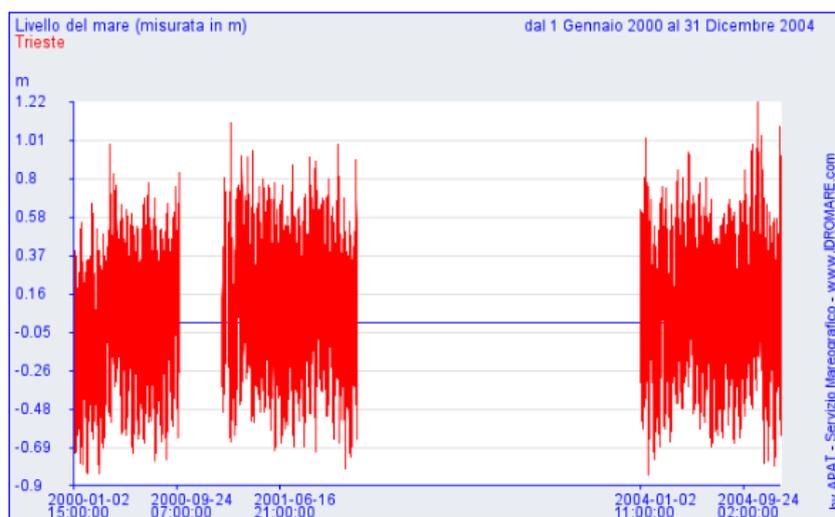
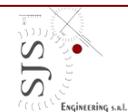


Figura 24 Livello del mare misurato alla stazione APAT di Trieste - (Studio specialistico Volume A, giugno 2011)

Pertanto, ai fini del dimensionamento delle nuove opere marittime, ed in particolare della definizione della quota di sommità delle banchine e delle caratteristiche strutturali in generale delle nuove opere, si fa riferimento ad un evento di marea caratterizzato da un livello con ricorrenza centennale (pari a 170 cm).

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 50	Di 88

10.3 CORRENTI

Non esistono nella zona misuratori dei valori di corrente e pertanto non si dispone di informazioni dirette per la valutazione di tale parametro.

Dagli studi eseguiti si evince che la corrente:

- nel Golfo di Trieste e nell'area portuale è legata al ritmo semidiurno della marea;
- è diretta principalmente da NE a SW e da SW a NE in modo alternato; le caratteristiche del movimento si complicano tuttavia sia nel bacino meridionale (Vallone di Muggia) che in quello settentrionale (Panzano) per la particolare conformazione della costa;
- è caratterizzata da intensità variabili in relazione ai livelli di marea: essa si riduce fino ad arrestarsi nei momenti di alta e bassa marea per diventare massima, diretta in un senso e nell'altro, quando l'onda di marea presenta ampiezza nulla.

Le informazioni disponibili indicano che le correnti associate alle variazioni del livello del mare hanno generalmente velocità molto modeste, con valori massimi non superiori a 0,3 m/s.

Questi valori di corrente interessano il Golfo di Trieste e possono comunque essere ritenuti validi in particolare anche per lo specchio d'acqua portuale. In effetti il porto non presenta una sola imboccatura attraverso la quale deve transitare la massa d'acqua messa in movimento dalla marea e dalle condizioni meteorologiche, pertanto i flussi sono molto distribuiti e non si verificano zone di concentrazione delle correnti.

10.4 VENTO

L'orientamento attuale degli accosti all'interno del porto fornisce una indicazione chiara dell'importanza assunta dalle caratteristiche di direzione del vento nello sviluppo del porto stesso. Tutti gli accosti realizzati nel passato sono infatti orientati nella direzione di bora, in modo da ridurre la superficie delle navi esposta all'azione del vento. Solo recentemente sono stati adottati criteri differenti come per esempio per l'Adria Terminal, per la Riva Traiana e per il terminale rinfuse.

Le Figura 25 e Figura 26 rappresentano rispettivamente direzione di provenienza e velocità del vento rilevati nella stazione APAT di Trieste negli anni 2000, 2001 e 2004.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 51	Di 88

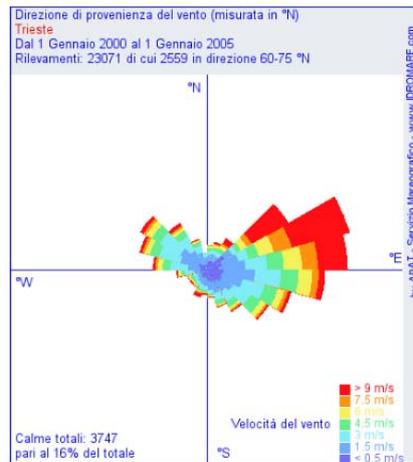


Figura 25 Distribuzione del vento per direzione e velocità

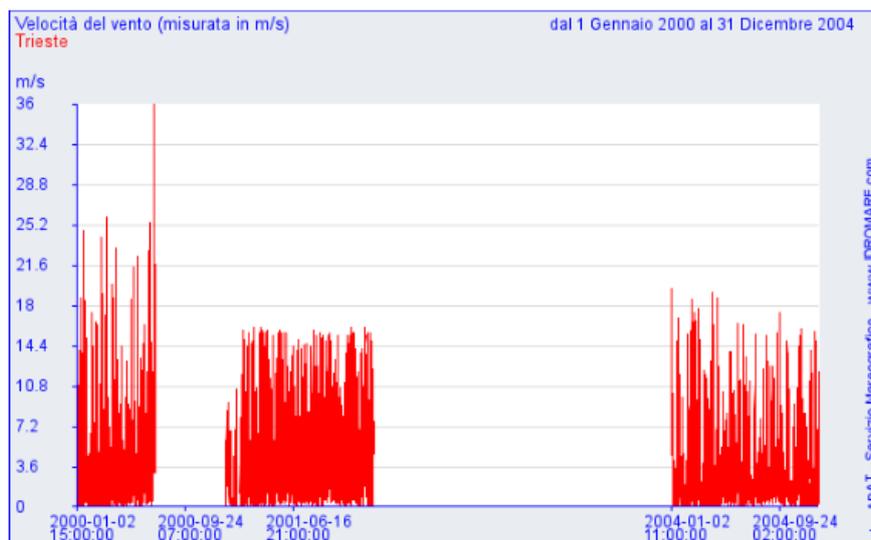


Figura 26 Distribuzione del vento per direzione e velocità

Ulteriori indicazioni sono fornite da vari stazioni anemometriche esistenti lungo la costa settentrionale adriatica: le stazioni che ad una prima analisi presentano un'ubicazione favorevole per effettuare lo studio del regime dei venti al largo e all'interno dell'area portuale sono riportate in Figura 27, anche se alcune di esse possono essere rappresentative del vento proveniente da una direzione ma al contrario essere molto influenzate da condizioni locali per una diversa direzione. In particolare le stazioni di Tagliamento e Barcolla risultano disomogenee sia nel posizionamento (quota e ubicazione) degli anemometri sia nelle modalità di costruzione delle distribuzioni statistiche delle classi di intensità del vento.

Il regime anemometrico nelle stazioni di Ronchi dei Legionari, Barcola (Trieste) e Venezia è rappresentato graficamente nella Figura 28.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 52	Di 88



Figura 27 Ubicazione delle stazioni anemometriche di riferimento

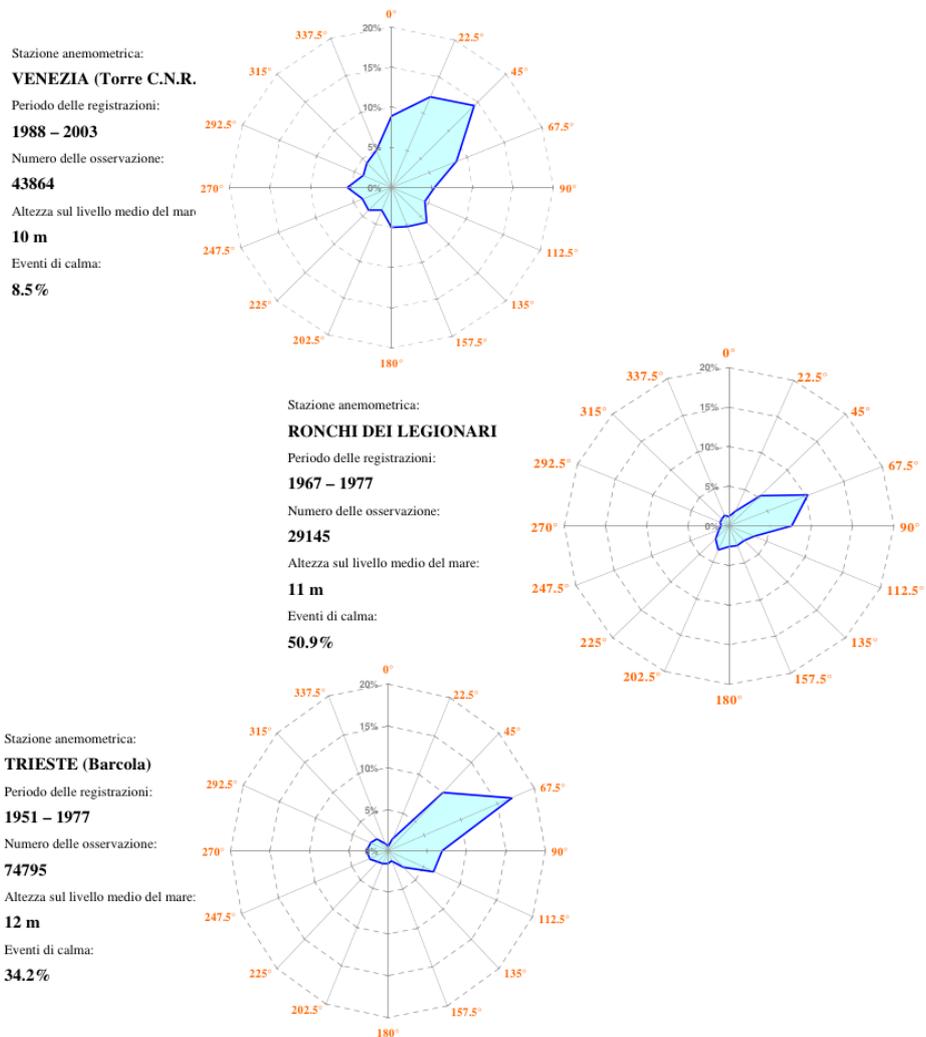
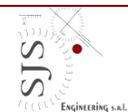


Figura 28 Regime anemometrico nelle stazioni di riferimento

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 53	Di 88

Il regime dei venti relativo alle stazioni di Ronchi dei Legionari e Barcolla (Trieste) è tratto dallo Studio sedimentologico e marittimo-costiero dei litorali del Friuli-Venezia Giulia.

Inoltre è stata realizzata una integrazione dei dati storici con le registrazioni effettuate dall'I.T.A.V.

Per Venezia si è fatto riferimento alla piattaforma C.N.R. posta a circa 15 Km al largo della laguna di Venezia, davanti alla bocca di Malamocco, per la quale si dispone di una serie storica regolare di registrazioni anemometriche, per conto del Consorzio Venezia Nuova. Il periodo esaminato si estende dal 1/1988 al 12/2003, durante il quale il rendimento della stazione anemometrica è stato dell'94%, per un totale di circa 43864 registrazioni.

Data la diversa corografia delle due zone, Bora e Scirocco risultano essere i venti più gravosi per Venezia; per quanto riguarda Trieste invece gli eventi di Scirocco vengono molto attenuati dall'effetto schermante dell'Istria, mentre hanno molta influenza gli eventi di Bora e di Garbino (proveniente da W).

In base ai diagrammi polari si deduce la congruenza climatica dei punti ove sono ubicate le tre stazioni di riferimento – Trieste, Ronchi dei Legionari e Venezia.

10.5 MOTO ONDOSO

Il porto di Trieste, rispetto ad altre realtà portuali del Mediterraneo, è poco esposto all'azione del moto ondoso. La particolare configurazione della costa limita infatti l'esposizione diretta al moto ondoso ad un settore non più ampio di 90°, compreso tra il 3° ed il 4° quadrante, dove il fetch geografico ha un'estensione che non supera le 70 miglia e generalmente è ancora più ridotto (il valore medio è dell'ordine delle 30 miglia).

Le onde di scirocco, che nel nord Adriatico sono in genere quelle più critiche per la stabilità delle opere, raggiungono invece il porto di Trieste dopo aver subito una notevole attenuazione per rifrazione e diffrazione attorno all'Istria, determinando condizioni decisamente favorevoli per la funzionalità del porto.

Le condizioni di moto ondoso all'esterno del porto, per le quali si riportano i dati essenziali e tratti dagli elaborati specialistici a corredo del PRP, vengono riportati per completezza di trattazione.

10.5.1 Moto ondoso all'esterno del porto

Le **caratteristiche del moto ondoso all'esterno del porto** sono state ricostruite a partire da una serie storica di rilevazioni anemometriche rappresentativa dell'area di generazione del moto ondoso, mediante modello di tipo empirico-parametrico basato su relazioni sperimentali tra stati di vento e caratteristiche del moto ondoso da questi generato.

La metodologia adottata negli elaborati di PRP ha previsto la preliminare caratterizzazione dell'insieme di traversia (conformazione e profondità media dell'area di generazione) ed il calcolo

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 54	Di 88

di dettaglio dei fetches efficaci nonché la correlazione esistente tra la direzione del vento e quella dello stato di mare generato. Nota la serie storica degli stati di vento è stato quindi possibile ricostruire la serie storica degli stati di mare corrispondenti nel sito di interesse, sulla base della quale definire sia il clima annuale del moto ondoso che la statistica degli eventi estremi¹.

Dal censimento degli ondometri installati nei mari italiani ² risultano misure dirette di moto ondoso nella zona in esame eseguite a Monfalcone (P. Sdobba) , mediante boa accelerometrica non direzionale posta ad una profondità di 15 metri, nel periodo 1988-1993 per una durata complessiva di 3.3 anni. Il massimo valore dell'altezza significativa misurata in tale periodo è stato di 1.6 m.

Si assume come riferimento per la ricostruzione del clima del moto ondoso al largo del sito di interesse mediante modelli di previsione indiretta la serie dei dati di vento misurati alla stazione C.N.R. di Venezia. Quale punto di riferimento del moto ondoso all'esterno del porto di Trieste si assume un punto baricentrico rispetto al Golfo di Trieste (Figura 29).

In Figura 30 viene riportato in forma grafica l'andamento dei *fetches* efficaci, con un passo di 10°. I valori massimi del *fetch* efficace si ottengono per gli azimut compresi tra i 210 e 280 °N.

¹ Gli autori del PRP hanno utilizzato il metodo SMB (dagli autori Sverdrup-Munk-Bretschneider), basato su di un bilancio di tipo energetico (assumendo che la dispersione angolare dell'energia sia proporzionale alla seconda potenza del coseno dell'angolo formato con la direzione del vento), esplicitato con formulazioni che richiedono la preliminare conoscenza della velocità del vento in superficie nonché la durata e l'estensione della perturbazione. Il metodo SMB è stato applicato nelle condizioni di restricted fetches, caratteristiche per traversie delimitate dalla presenza della costa e di shallow water, per generazione del moto ondoso su acque basse.

² L.Franco e P.Contini, "Wave measurements and climatology in the Italian seas", PIANC – AIPCN, Bulletin n°94, 1997

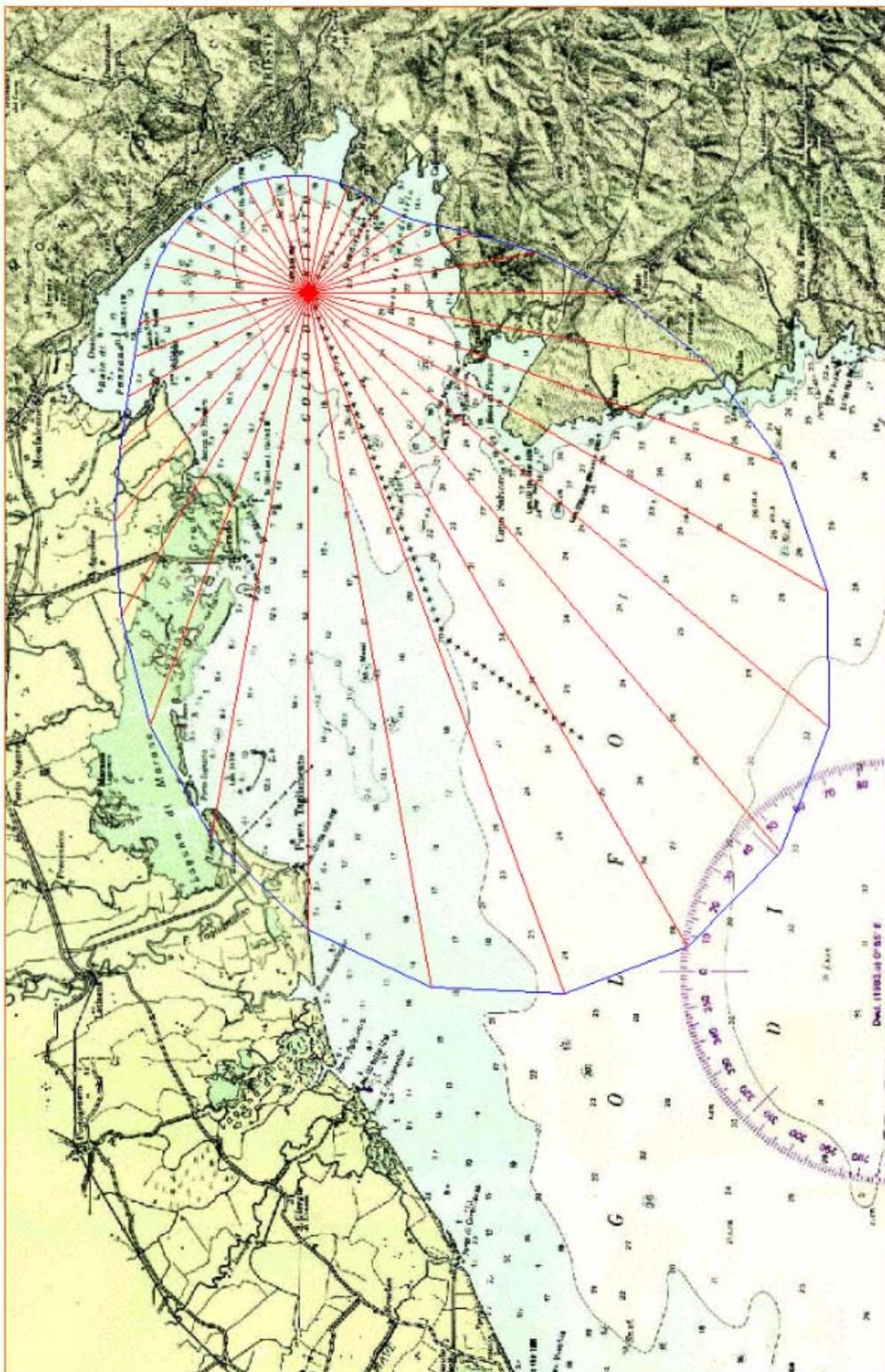


Figura 29 Ubicazione del punto in esame e tracciamento dei fetches efficaci

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 56	Di 88

Lo stesso risultato è riportato in forma numerica nella Tabella 12, con le deviazioni tra la direzione dominante di propagazione delle onde e la direzione in cui spira il vento, dovute alla irregolare distribuzione dei *fetches*.

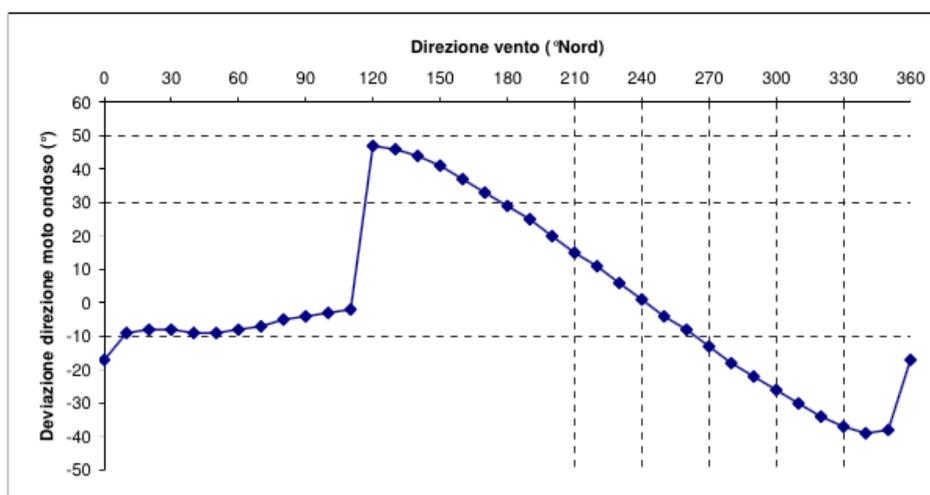
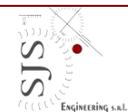


Figura 30 Deviazione tra direzione del vento e delle onde

Tabella 12 Fetches geografici ed efficaci e deviazione tra direzione del vento e delle onde

Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)	Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)
0	15,79	11,83	-17,0	180	11,55	22,72	29,0
10	14,05	11,34	-9,0	190	12,12	29,53	25,0
20	12,81	10,90	-8,0	200	14,15	36,78	20,0
30	11,95	10,46	-8,0	210	23,20	43,69	15,0
40	11,76	10,04	-9,0	220	103,82	49,47	11,0
50	11,77	9,64	-9,0	230	130,13	53,47	6,0
60	11,77	9,28	-8,0	240	123,37	55,23	1,0
70	11,57	8,99	-7,0	250	111,54	54,55	-4,0
80	11,09	8,77	-5,0	260	79,53	51,57	-8,0
90	11,76	8,59	-4,0	270	49,88	46,67	-13,0
100	11,67	8,46	-3,0	280	35,63	40,48	-18,0
110	9,22	8,37	-2,0	290	20,37	33,75	-22,0
120	8,39	8,34	47,0	300	16,19	27,31	-26,0

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 57 Di 88

Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)	Direzione media settore di traversia (°Nord)	Fetch Geografico (km)	Fetch Efficace (km)	Deviazione direzione vento-mare (°)
130	8,54	8,40	46,0	310	14,94	21,89	-30,0
140	11,51	8,83	44,0	320	14,92	17,86	-34,0
150	11,85	10,15	41,0	330	18,07	15,15	-37,0
160	10,94	12,79	37,0	340	18,81	13,47	-39,0
170	10,91	17,00	33,0	350	17,26	12,47	-38,0

Sulla base di tali dati è stato definito il clima di moto ondoso riportato in Tabella 13. L'elevata percentuale di dati con altezza < 0.5 m, è in parte dovuta al modello che riproduce bene gli eventi di una certa intensità (velocità del vento elevata), mentre tende a sottostimare l'altezza d'onda per eventi caratterizzati da velocità del vento inferiori a 8-10 m/s. Tali velocità comunque generano, all'esterno del porto di Trieste, onde che non superano il metro di altezza, e quindi poco rilevanti nei confronti della navigazione e dell'operatività del porto.

Gli eventi caratterizzati da un'altezza d'onda superiore ad 1.0 m risultano pari a circa l'1.5%, le massime altezze d'onda ricostruite provengono dal settore occidentale e risultano dell'ordine di 2.5 m.

Il clima ondoso è anche rappresentato graficamente – limitatamente ai casi di altezza d'onda superiore ad 1m – in Figura 31.

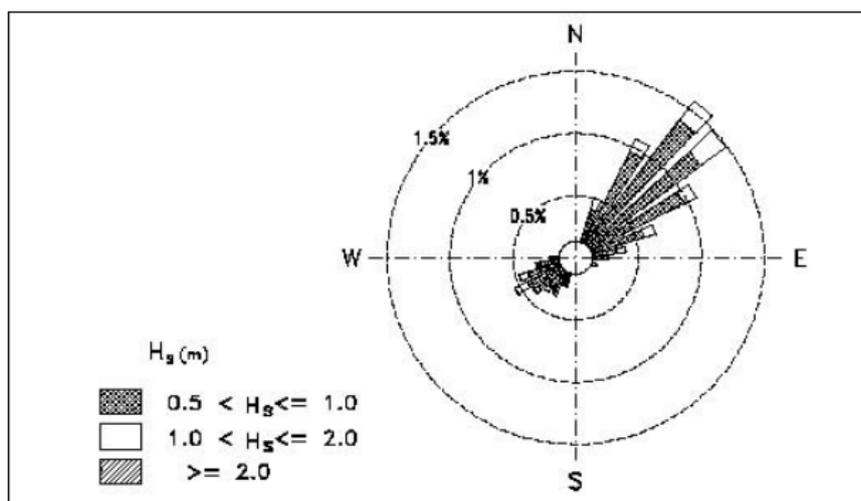


Figura 31 Distribuzione direzionale del moto ondoso ricostruito all'esterno del porto (casi di altezza d'onda maggiore di 0,5 m)

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 58	Di 88

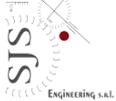
Tabella 13 Distribuzione direzionale dell'altezza d'onda ricostruita all'esterno del porto

Hs da a (m)	0.0	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	>3	TOT
	0.25	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0		
dir (°N)									
10	1.051	0.288	0.108	0.015					1.46
20	3.613	1.110	0.406	0.083	0.015				5.23
30	4.977	2.351	0.958	0.103	0.010				8.40
40	4.468	2.361	1.383	0.171	0.015				8.40
50	3.451	2.019	1.242	0.244	0.005				6.96
60	2.024	1.281	0.968	0.108					4.38
70	1.770	0.782	0.567	0.098					3.22
80	1.887	0.797	0.332	0.064	0.005				3.08
90	1.261	0.430	0.259	0.005					1.96
100	1.731	0.430	0.117						2.28
110	1.608	0.313	0.147	0.029					2.10
120	0.777	0.176	0.024						0.98
130	0.323	0.039	0.010						0.37
140	0.640	0.103	0.010						0.75
150	0.680	0.098	0.020						0.80
160	0.323	0.059	0.010						0.39
170	0.298	0.044	0.005						0.35
180	1.980	0.425	0.059						2.46
190	2.909	0.611	0.083	0.005					3.61
200	3.432	0.816	0.225	0.020					4.49
210	2.742	0.909	0.342						3.99
220	2.337	0.626	0.313	0.039					3.31

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m		Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 59	Di 88

Hs da a (m)	0.0 0.25	0.25 0.5	0.5 1.0	1.0 1.5	1.5 2.0	2.0 2.5	2.5 3.0	>3	TOT
dir (°N)									
230	2.058	0.616	0.376	0.034		0.005			3.09
240	1.970	0.592	0.430	0.098	0.010	0.005			3.10
250	2.371	0.885	0.396	0.064	0.010		0.005		3.73
260	2.684	0.782	0.303	0.015					3.78
270	3.412	0.919	0.200	0.010		0.005			4.55
280	2.298	0.455	0.088	0.015					2.85
290	2.215	0.328	0.068	0.010		0.005			2.63
300	1.995	0.240	0.044						2.28
310	2.117	0.323	0.034						2.47
320	1.545	0.293	0.044						1.88
330	0.098	0.024							0.12
340									0.00
350	0.112	0.044							0.16
360	0.264	0.103	0.015	0.005					0.39
TOT.	67.42	21.67	9.59	1.23	0.07	0.02	0.00	0.00	100.00
CUM	67.42	89.09	98.68	99.91	99.98	100.00	100.00	100.00	

I problemi maggiori per le operazioni di pilotaggio sono legati agli eventi provenienti dal settore W – SW, sia per i maggiori valori di altezza d’onda, sia per la riflessione delle onde sulle dighe a parete verticale.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 60	Di 88

A titolo di confronto, nella Figura 32 è riportato graficamente il clima medio annuale ottenuto sulla base dei dati del K.N.M.I.³, relativamente alla direzione, al periodo e all'altezza d'onda, avendo per omogeneità depurato il quadro dei casi di altezza d'onda inferiore a 0,5 m, pari al 57,6% del totale (a causa dell'estensione dell'area cui si riferiscono tali rilevamenti andrebbero ulteriormente elaborati per tener conto dell'effetto schermante dell'Istria).

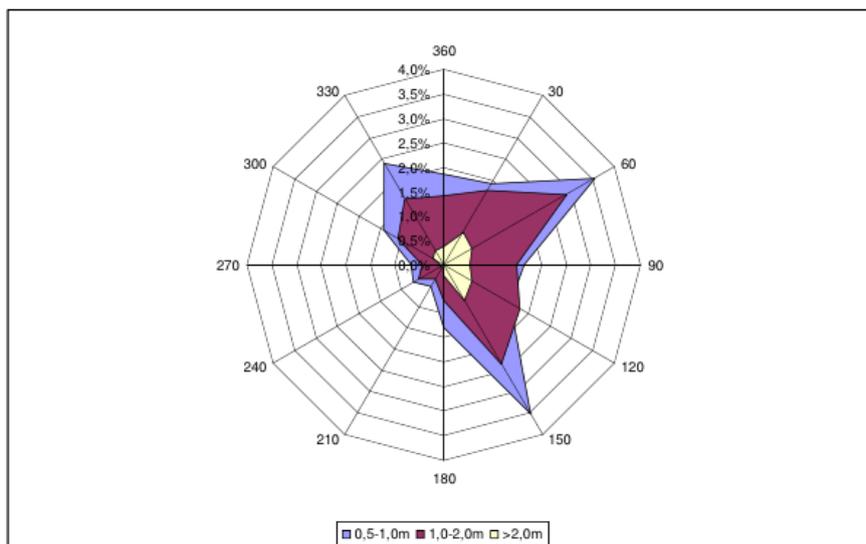


Figura 32 Distribuzione direzionale delle altezze d'onda rilevate (da elaborazione dei dati del K.N.M.I., casi di altezza d'onda maggiore di 0,5 m)

10.5.2 Valori estremi del moto ondoso all'esterno del porto

Per la definizione degli eventi estremi è stato impiegato il metodo detto “della serie di durata parziale sopra soglia” o POT (*Peaks Over Threshold*) che consiste nel considerare solo eventi indipendenti e, per ciascuno di essi, il valore massimo. Il campione dei dati preso in esame è stato estratto dagli eventi appartenenti al settore 210°N – 290°N (W – SW con riferimento ai risultati del modello del moto ondoso), considerando come soglia un'altezza d'onda $H_s=1.0$ m, valore rappresentativo dei massimi eventi del periodo estivo N (Figura 33).

³ Espresi in percentuale di eventi per classi di altezza d'onda e per settori di provenienza di 30° di ampiezza, sulla base delle osservazioni fornite da navi in transito nella zona tra 12° e 15° di longitudine E e tra 42° e 46° di latitudine N nel periodo 1949 – 1997, per un totale di circa 14000 dati.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 61	Di 88

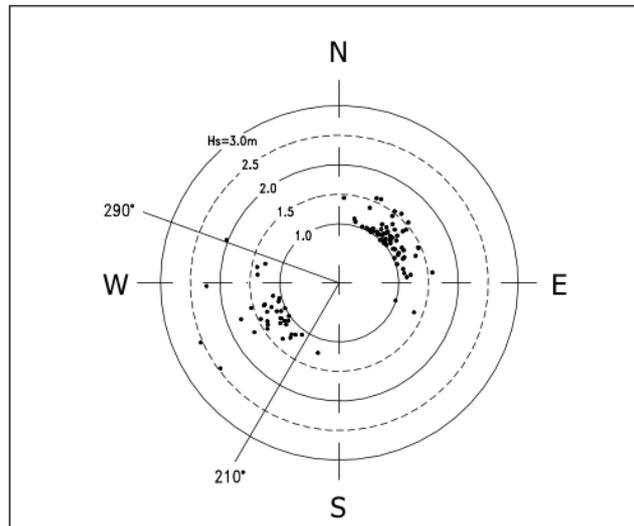


Figura 33 Distribuzione direzionale dei valori massimi degli eventi indipendenti ricostruiti all'esterno del porto di Trieste

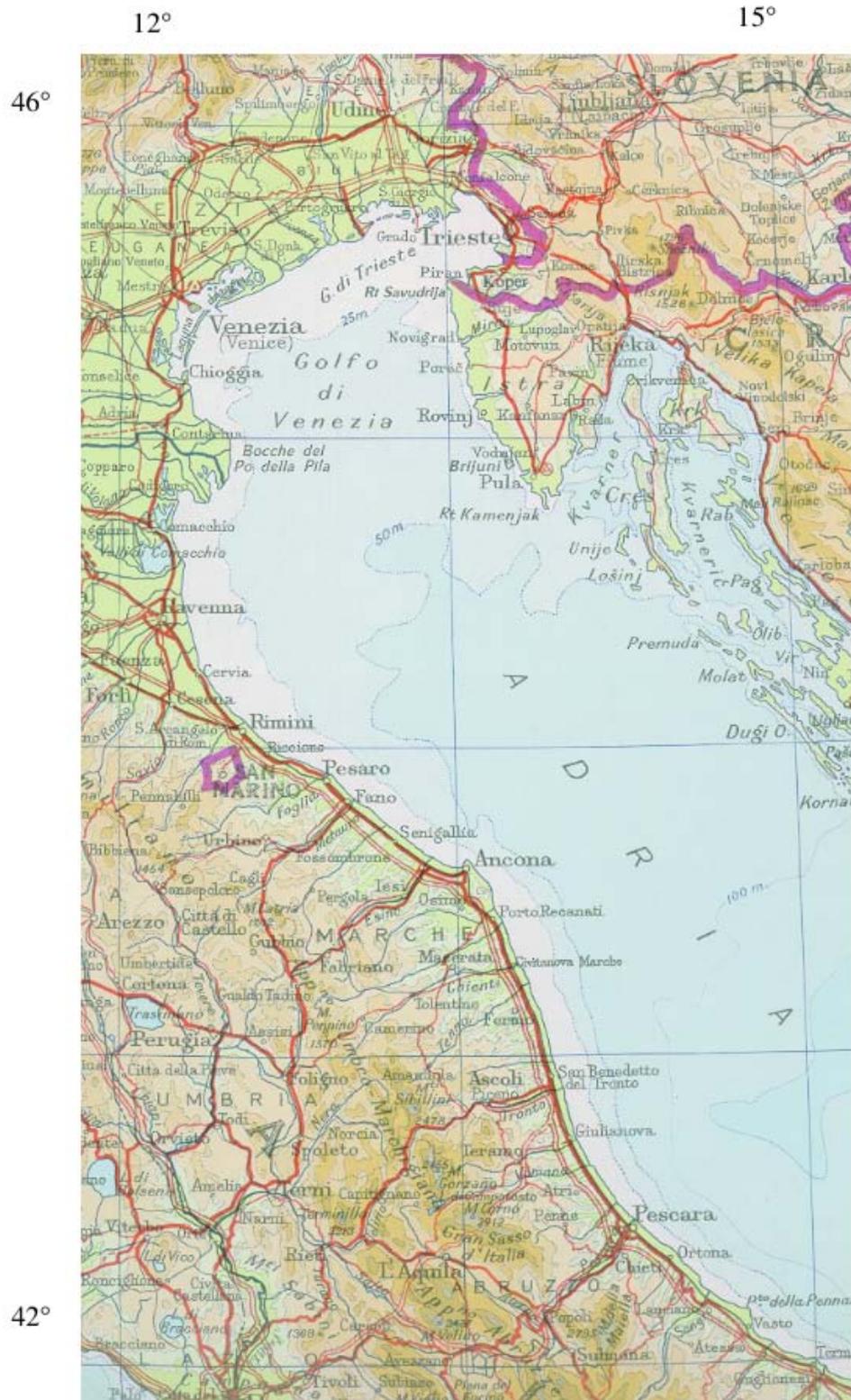


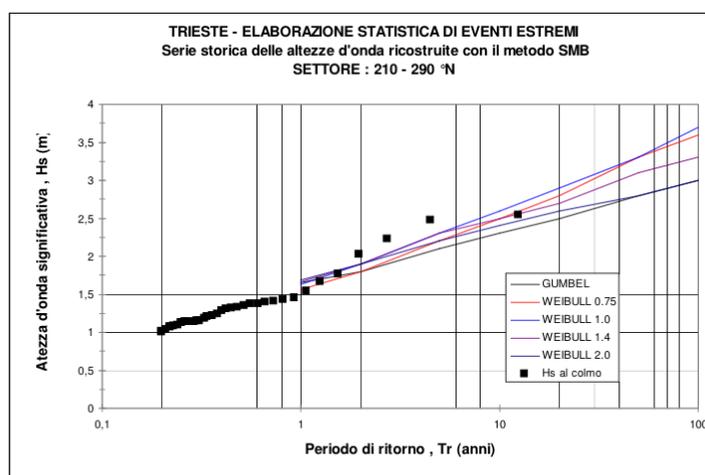
Figura 34 Area cui si riferiscono i dati del K.N.M.I.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 63	Di 88

Per la serie tronca così ottenuta si sono calcolati i parametri delle leggi di distribuzione di Gumbell e di Weibull dei valori di altezza d'onda associati a diversi periodi di ritorno.

I risultati sono riportati in Figura 35: la legge di distribuzione che meglio approssima i dati campionari è quella di Weibull con $k=1$, caratterizzata da un coefficiente di correlazione pari a 0.98. A parità di periodo di ritorno i valori di altezza d'onda valutati con tale legge di distribuzione risultano i più prudentiali.

In via cautelativa si assume pertanto che all'esterno del porto di Trieste l'onda centennale, proveniente dal settore occidentale, sia caratterizzata un'altezza pari a 3.7 m e da un periodo di picco pari a 8.0 s.



Tr (anni)	Gumbell distribution		Weibull distribution							
			k = 0,75		k = 1,00		k = 1,40		k = 2,00	
	Hs (m)	s (m)	Hs (m)	s (m)	Hs (m)	s (m)	Hs (m)	s (m)	Hs (m)	s (m)
2	1,8	0,1	1,8	0,2	1,9	0,2	1,9	0,2	1,9	0,2
5	2,1	0,2	2,2	0,3	2,3	0,3	2,3	0,3	2,2	0,2
10	2,3	0,2	2,5	0,4	2,6	0,4	2,5	0,4	2,4	0,3
20	2,5	0,3	2,8	0,5	2,9	0,6	2,7	0,5	2,6	0,3
50	2,8	0,3	3,3	0,6	3,3	0,7	3,1	0,6	2,8	0,4
100	3,0	0,4	3,6	0,8	3,7	0,9	3,3	0,8	3,0	0,5
Corr.	0,951		0,977		0,980		0,960		0,967	

Figura 35 Risultati dell'analisi degli eventi estremi

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 64	Di 88

10.6 CONDIZIONAMENTI CLIMATOLOGICI ALL'OPERATIVITÀ PORTUALE

10.6.1 Interruzioni dell'operatività in banchina

Vento e moto ondoso

La bora ha carattere di vento prevalente nell'area del porto di Trieste ed incide sull'operatività delle banchine soprattutto in relazione al tipo di merce di carico/scarico. In genere la bora persistente raggiunge il massimo d'intensità nel corso della seconda giornata, con raffiche che localmente possono raggiungere i 150 Km/h.

Dall'analisi dei registri dell'Ufficio Controllo Ormeggi della Centrale di Controllo Operativo Portuale, che riportano sia i dati giornalieri di operatività (date e orari di arrivo e di partenza delle navi, nomi delle navi, turni di lavoro, ecc.) che gli eventuali problemi di attracco e di sosta delle navi a causa di condizioni meteo-climatiche sfavorevoli (forte vento, mareggiate, ecc.), per un anno tipo (1998) si è ricavato che:

- l'interruzione dell'operatività per bora si è verificata nell'arco dell'anno solo 6 volte con effetto sul traffico container e ro-ro;
- in 1 solo giorno annuo il vento ha raggiunto intensità tale da non consentire le manovre di accesso al porto.

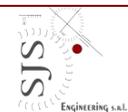
Analogamente non risultano essersi verificate condizioni legate al moto ondoso per cui la Capitaneria di Porto sia dovuta intervenire con provvedimenti di interruzione dell'attività portuale.

Precipitazioni

Dall'analisi dei registri dell'Ufficio Controllo Ormeggi della Centrale di Controllo Operativo Portuale, che riportano sia i dati giornalieri di operatività (date e orari di arrivo e di partenza delle navi, nomi delle navi, turni di lavoro, ecc.) che gli eventuali problemi di attracco e di sosta delle navi a causa di condizioni meteo-climatiche sfavorevoli (forte vento, mareggiate, ecc.), per un anno tipo (1998) si è ricavato che l'interruzione dell'operatività per pioggia è avvenuta 11 volte, spesso per poche ore e riguardando prevalentemente merci più sensibili alle precipitazioni quali legname e carta.

10.6.2 Visibilità atmosferica

I dati e le informazioni riguardanti le condizioni di "visibilità atmosferica" sono stati esaminati in relazione alle condizioni di navigazione in porto e prossimità dell'area portuale, anche se, dai registri dell'Ufficio Controllo Ormeggi della Centrale di Controllo Operativo Portuale, nessuna interruzione delle attività di banchina risulta causata dalla scarsa visibilità. Il vento di bora, infatti,

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 65	Di 88

prevalente nella stagione invernale, ha un effetto diradante sulla nebbia e quindi favorevole alla navigazione sotto l'aspetto della visibilità.

I dati utilizzati (dati di visibilità orizzontale in superficie a scansione trioraria) sono forniti dalla stazione meteorologica di Trieste gestita dall'I.T.A.V.; e riguardano il decennio compreso tra il 1988 e 1997.

Le elaborazioni effettuate sono state finalizzate alla determinazione dei seguenti parametri:

- presenza della nebbia alle diverse ore del giorno, per diversi livelli di visibilità e per mese;
- persistenza della nebbia (durata consecutiva media, minima e massima in ore) per livelli di visibilità inferiore a 200 e 500 metri per mese,

con riferimento alle condizioni di visibilità stabilite dal PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses):

- per visibilità inferiore ai 2.000 m, le navi di tonnellaggio maggiore o uguale alle 10000 t devono ridurre la loro velocità a 6 nodi
- la visibilità compresa tra 1.000 e 500 m è accettabile per eseguire in sicurezza sia le manovre di accesso al porto che l'abbrivio.

I risultati dell'elaborazione riportati in Figura 36, Tabella 14 e Tabella 15, evidenziano che:

- gli eventi di nebbia con visibilità inferiore ai 200 m sono quasi eccezionali;
- tutti gli eventi con visibilità inferiore ai 2.000 m sono concentrati in maniera pressoché omogenea nella stagione invernale.

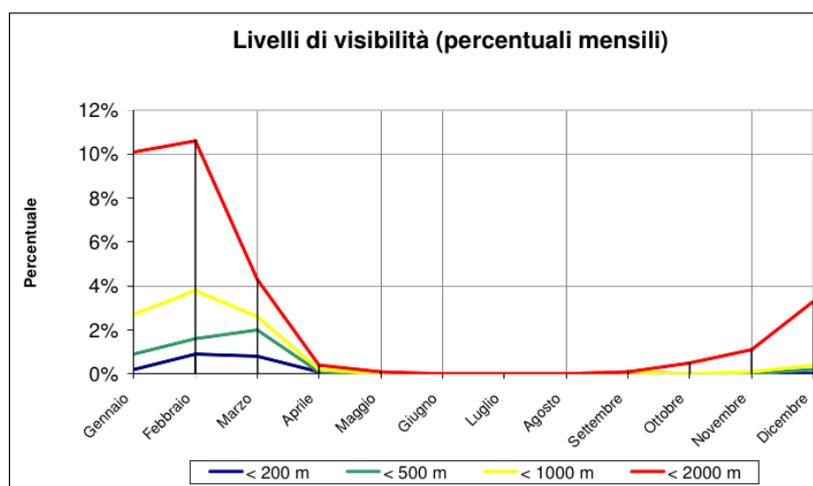


Figura 36 Percentuali mensili dei livelli di visibilità

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 66	Di 88

Tabella 14 Numero di ore mensili ed annuali riferite a diversi livelli di visibilità ricavate da osservazioni tritorarie

Livelli di visibilità [m]	NUMERO DELLE ORE PER DIVERSI LIVELLI DI VISIBILITÀ												Totale annuo
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
0-200	12	54	57	6	3						3		135
0-500	63	99	132	9	3				6			12	324
0-1000	183	234	177	12	3				6		9	27	651
0-2000	675	642	294	30	9		3		9	33	75	225	1995
> 2000	6009	5439	6471	6639	6858	6564	6867	6873	6636	6840	6573	6555	78324
Totale osservaz	6684	6081	6765	6669	6867	6564	6870	6873	6645	6873	6648	6780	80319

Fonte: ITAV

Tabella 15 Incidenza % mensile e annuale delle ore con diversi livelli di visibilità riferite al numero complessivo di osservazioni

Livelli di visibilità [m]	PERCENTUALE MENSILE DELLE ORE PER DIVERSI LIVELLI DI VISIBILITÀ												Perc. Annuo [%]
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
0-200	0,2	0,9	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
0-500	0,9	1,6	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,4
0-1000	2,7	3,8	2,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	0,8
0-2000	10,1	10,6	4,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	3,3	2,5
> 2000	89,9	89,4	95,7	99,6	99,9	100	100	100	99,9	99,5	98,9	96,7	97,5

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 67	Di 88

11. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

11.1 STRUTTURE

11.1.1 Allungamento del Molo esistente (L=100m)

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di un nuovo impalcato in prosecuzione della testata del molo esistente per una lunghezza di circa 100m e larghezza di 400m.

Il nuovo impalcato è stato progettato ipotizzando uno schema strutturale uguale a quello del molo esistente: sarà infatti costituito da un impalcato pensile su pali trivellati $\varnothing 1800$ posizionati su maglia quadrata di 9,90x9,90m. L'interasse dei pali sarà pari a 3,0x9,90m in alcune zone in cui, per esigenze funzionali, bisognerà garantire lo scartamento dei binari attualmente esistente o nella zona di giunzione fra nuovo impalcato e molo esistente al fine di non sovraccaricare i pali esterni della testata del molo esistente. I pali di fondazione portano il carico solo in punta ammorsata nello strato di flysch integro di base. La loro lunghezza quindi è funzione dello strato di flysch integro rinvenuto durante la campagna geognostica esperita nel mese di novembre 2014.

I pali sono sormontati da un impalcato realizzato in piastre prefabbricate a piè d'opera (tipo 1) con dimensioni in pianta di 9,88x9,88m, alte 1,44m e costituite da una soletta con spessore di 26cm, nervata in corrispondenza dei bordi e con n. 2 nervature centrali parallele alla dimensione longitudinale del molo. Tale nervature centrali sono state inserite per consentire uno scarico delle travi laterali, che diventeranno, in seconda fase, parte integrante delle vie di corsa. Infatti le nervature laterali delle piastre di confine delle vie di corsa delle gru di banchina non consentono di supportare contemporaneamente i carichi variabili previsti in progetto ($6t/m^2$) e gli elevati carichi per ruota delle gru Ship to Shore del tipo ZPMC da 24 file.

Tutte le piastre risultano semplicemente appoggiate sui pali di fondazione attraverso appoggi strutturali in elastomero armato. La quota di estradosso delle piastre risulta pari a +2,10m sul l.m.m. e il raggiungimento della quota attuale del molo verrà raggiunto attraverso una sottopavimentazione in misto cementato sormontato da binder e strato d'usura. per uno spessore di circa 50cm.

Gli elementi di impalcato verranno solidarizzati ai pali attraverso getto armato di completamento di seconda fase nei nuclei di spigolo offerti dalle piastre. Inoltre è previsto un collegamento a croce fra gli spigoli delle piastre confinanti, realizzato attraverso barre dywidag inserite ed iniettate in seconda fase.

Sono previste delle piastre speciali (tipo 3) in corrispondenza del giunto strutturale che verrà realizzato fra nuovo impalcato ed impalcato esistente. Nella zona di testata del molo esistente, infatti, verrà demolita l'attuale trave di bordo; questo consentirà di portare in luce metà superficie dell'ultima fila di pali e di realizzare l'appoggio della piastra speciale di dimensioni 2,88x9,88m; la

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 68	Di 88

prima fila di pali del nuovo impalcato, che sosterrà l'altro lato di questa piastra speciale sarà realizzato a 3,00m dall'asse dell'ultima fila di pali del molo esistente.

Un'ulteriore tipologia di piastra (tipo 2) è prevista in corrispondenza dell'inserimento, al di sotto dell'impalcato, delle vasche per l'impianto di trattamento delle acque meteoriche. Tale piastra, rispetto alla piastra standard dell'impalcato, avrà le nervature centrali maggiormente distanziate, per consentire l'inserimento dell'impianto al suo indradosso e soprattutto impostare la quota di scarico delle acque ad un livello superiore a l.m.m. senza l'utilizzo di pompe.

Al fine di realizzare travi portarotaia senza soluzione di continuità fra molo esistente e nuovo impalcato, è stata mantenuta la scansione delle piastre attualmente presenti. Questo è stato possibile attraverso la realizzazione di una piastra speciale (tipo 3) , in prosecuzione della trave di bordo presente al confine fra molo originario e molo di completamento. Tale piastra sarà dello stesso tipo di quella prevista fra testata attuale e impalcato di allungamento al fine di minimizzare l'utilizzo di casseri differenti per la realizzazione delle piastre prefabbricate.

Sul nuovo impalcato di progetto verranno realizzate nuove vie di corsa come allungamento delle vie di corsa delle transtainer di piazzale attualmente presenti sul molo (n. 4 vie di corsa) e realizzate altre n.6 vie di corsa, solo sul tratto di allungamento, per l'equipment che il terminalista ha in animo di acquistare. Per consentire la traslazione delle gru esistenti lungo tutto il molo verrà mantenuto lo scartamento esistente e pari a 29,7m, valore imposto dallo schema strutturale adottato.

Lo scartamento fra i tratti dei nuovi binari sul nuovo impalcato e la spaziatura fra una coppia di binari e la successiva è pari sempre a 29,7m. Questo potrebbe consentire in futuro, previa realizzazione di adattamenti nella posizione nei cavedi di alimentazione, uno spostamento delle gru su qualsiasi coppia di binari confinanti.

Le vie di corsa, sostenute dagli stessi pali dell'impalcato, verranno realizzate fino al confine con la trave di bordo di testata, anche se non verrà realizzato l'armamento del binario su tutto il tratto, al fine di evitare possibili demolizioni in un futuro ulteriore allungamento del Molo.

In progetto inoltre è previsto un tratto di vie di corsa per le gru transtainer di piazzale da realizzarsi sull'impalcato esistente, necessario per il collegamento fra il tratto esistente e quello sul nuovo molo. Per il dimensionamento di tale tratto è stato utilizzato il carico su ruota attualmente scaricato dalle gru di piazzale e pari a 49,33t/ruota.

Sul nuovo impalcato verranno inoltre realizzate le travi portarotaia delle gru di banchina, in successione temporale rispetto alla riqualificazione delle vie di corsa sull'impalcato esistente. Le travi portarotaia saranno quindi una prosecuzione di quelle riqualificate sul molo esistente e consentiranno di sopportare i carichi più che doppi delle nuove gru STS rispetto a quelle oggi in uso sulla banchina.

L' impalcato sarà coronato da una trave di bordo su cui verranno installati i nuovi respingenti previsti in progetto: sulla nuova testata e sulla banchina nord verranno riutilizzati i parabordi

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 69	Di 88

dismessi a seguito della riqualificazione dei 300m dell'attuale banchina sud e della demolizione dell'attuale trave di bordo di testata, mentre sulla nuova banchina sud verranno installati parabordi più performanti per l'accosto di navi madri da 14.000 TEU. Su tutte le banchine nuove (sud, testata e nord) verranno inoltre installate bitte di ormeggio da 150t, inghisate con tirafondi in alloggiamenti ricavati fra la trave di bordo e la prima piastra retrostante (cfr. 0129TST01082-00).

Sul nuovo impalcato sono stati proseguiti, ove possibile, i giunti strutturali longitudinali presenti sul molo esistente. Tali giunti strutturali di circa 2cm, sono stati ricavati inserendo barre dywidag di connessione agli spigoli delle piastre, non più a croce ma vincolanti solamente due piastre confinanti.

Il binario lato mare della gru STS si trova a 1,315m dal filo banchina, quindi non in asse alla prima fila di pali distanti 1,25m dal filo banchina; anche la rotaia lato terra della gru di banchina, distante 29,7 m dal binario lato mare, non è in asse con la fila di pali che sostiene la via di scorrimento. Le rotaie per le gru di piazzale invece sono in asse ai rispettivi pali di sostegno della via di corsa.

11.1.2 Riqualificazione della banchina esistente (L=300m)

Il progetto di riqualificazione del Molo VII prevede oltre all'intervento di allungamento anche il rifacimento delle vie di corsa delle gru della banchina sud per una lunghezza pari a 300m rispetto alla testata dell'attuale Molo. Tale riqualificazione consentirà infatti alla nuova, che il terminalista ha in animo di acquistare, di operare su un fronte di banchina di 400m, dei quali 100m situati sul nuovo impalcato in progetto. La nuova gru di banchina che andrà ad ampliare l'equipment attualmente presente sul Molo sarà del tipo Post Panamax da 24 file.

L'intervento di riqualificazione dei 300m di banchina si rende necessario poichè le nuove gru STS hanno carichi per ruota maggiori di quelli ipotizzati nel progetto esecutivo di completamento del Molo. Infatti le gru di banchina ipotizzate nel progetto esecutivo di completamento del Molo VII di tipo Reggiane da 42t hanno un carico pari a 40t/ruota mentre le gru Ship to Shore del tipo ZPMC hanno invece un carico massimo in fase sismica pari a 131t/ruota.

Il rifacimento delle vie di corsa delle gru comporta la sostituzione delle piastre limitrofe, all'interno delle quali le vie di corsa sono state installate. Infatti la peculiarità realizzativa delle attuali vie di corsa, realizzate nell'incavo ricavato tra le piastre di impalcato, non consente una demolizione delle sole travi portarotaia ma implica la demolizione delle piastre confinanti al fine di realizzare vie di corse più performanti. Delle n.4 piastre da rimuovere per il rifacimento delle vie di corso, è previsto il riutilizzo di n.10 piastre della seconda fila da filo banchina, non interessate dalla realizzazione delle vie di corsa.

La sostituzione delle piastre avverrà utilizzando le stesse piastre progettate per l'allungamento del molo.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 70	Di 88

Le nuove piastre di impalcato andranno in semplice appoggio sui pali esistenti previa regolarizzazione della testa del palo e sostituzione dei relativi sistemi di appoggio in neoprene armato.

Anche se le verifiche del palo maggiormente caricato risultano soddisfatte sia dal punto di vista strutturale che geotecnico, l'intervento di riqualificazione dei 300m, stante i maggiori carichi previsti per le nuove gru operanti in banchina, dovrà essere preceduto da prove di carico sui pali esistenti.

Dalla documentazione di base reperita, risulta che sono state effettuate, in fase di costruzione, prove di carico sui pali del molo di completamento interessati dalla zona di riqualificazione (300m). Le prove in esame riguardano il palo n. 865 in posizione S/60 e il palo n. 124 in posizione Q-87 (schema dei fili fissi del progetto esecutivo). La prova sul palo n. 865 lungo 40,76m, facente parte del 1° lotto funzionale - 2° stralcio, è stata effettuata fino ad un carico di 1425t. Il cedimento massimo è risultato pari a 9,5mm imputabili per circa 9mm alla deformazione elastica del calcestruzzo del palo stesso e per circa 0,5mm alla deformazione del terreno. La prova sul palo n. 124 lungo 51,45m, facente parte del 2° lotto funzionale, è stata effettuata fino ad un carico di 1425t. Il cedimento massimo è risultato pari a 848mm imputabili quasi totalmente alla deformazione elastica del calcestruzzo del palo stesso.

L'intervento di riqualificazione è completato sulla nuova banchina sud dall'installazione di nuovi parabordi, dimensionati sulla base della nave di progetto di 14000 TEU oltre all'installazione di bitte da 150t.

11.2 GLI IMPIANTI

11.2.1 Introduzione

L'intervento di allungamento di 100m del Molo VII ha come scopo quello di rendere gli accosti disponibili all'attracco di tutte le navi di nuova generazione, che si prevede costituiranno la quota prevalente del naviglio che attraccherà in banchina, nel prossimo futuro.

In generale, tutta l'infrastruttura è dimensionata nell'ottica di soddisfare le esigenze che la nuova classe di navi transoceaniche porta in dote. Fondali maggiori; parabordi con energie assorbite maggiori, bitte in grado di sopportare tiri rilevanti, vie di corsa delle gru in grado di reggere carichi dinamici più che doppi rispetto ai precedenti. Queste maggiori performance coinvolgono in misura proporzionale anche le dotazioni impiantistiche.

In generale, si affianca all'intervento in banchina, un ampliamento dello yard attrezzato con gru a cavalletto di ultima generazione, in grado di movimentare 4+1 tiri di container con intenso sfruttamento degli spazi. L'obiettivo principale dell'intervento è pertanto quello di servire navi di nuova generazione che hanno bisogno in banchina di gru appositamente disegnate, in grado di

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 71	Di 88

garantire movimentazioni anche doppie rispetto a quelle tradizionali. Analoghe performance si attendono dalle gru a cavalletto che servono i piazzali.

Le conseguenze sulla dotazione impiantistica elettrica sono rilevanti, trovandosi a gestire incrementi di potenza sensibili, sia per le dimensioni dell'equipment che per l'incremento del loro numero sul molo.

In particolare, l'introduzione di gru di banchina, in grado di movimentare 4 container (a fronte dei precedenti 2) da 20/40 piedi, sino alla 24^a fila, ha generato sensibili incrementi delle potenze in gioco.

Si è condotta preventivamente una accurata analisi delle apparecchiature esistenti. Verifiche su campo hanno consentito di accertare lo stato di consistenza e la misura della usura e gli eventuali danni prodotti dall'uso condotto negli anni. Si è inoltre verificata la compatibilità di quanto installato, con le nuove specifiche prestazionali richieste.

Il rilievo delle reti è stato effettuato secondo due diverse modalità: in caso di disponibilità dei disegni as-built, la verifica è stata condotta riscontrando, nei punti "notevoli", la permanenza delle condizioni descritte; quando non sono risultati disponibili i grafici del "costruito" si è dovuto procedere ad un riscontro su campo ricorrendo ad indagini ispettive con l'ausilio di mezzi strumentali.

11.2.2 Impianto di regimentazione acque meteoriche

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche riguarderà, non solo la captazione, ma anche la regimentazione verso le unità di trattamento, conformemente alla norma di tutela dell'ambiente e ai Piani regionali in vigore.

Per l'allungamento del Molo VII, la rete è stata studiata in modo tale da integrarsi perfettamente nel sistema strutturale di pali e piastre scelto, evitando tutte le interferenze che si sarebbero potute creare con le linee di corsa delle transtainer RMGC e delle gru StS di banchina, oltre che con gli altri sistemi impiantistici previsti nel progetto.

Il criterio è stato quello di realizzare un sistema di drenaggio lineare, costituito da canalette prefabbricate, protette da una copertura grigliata, capace di raccogliere e smaltire l'acqua attraverso la medesima struttura drenante. In particolare, come descritto nella relazione tecnica 0129TST01012-00, le canalizzazioni sono state scelte in modo tale da collettare la portata di pioggia senza pendenza, all'interno del pacchetto di pavimentazione. L'acqua raccolta è stata poi fatta convogliare, tramite pozzetto, in un collettore in PEAD, sospeso sotto le piastre di collegamento tra il vecchio ed il nuovo tratto, attraverso il quale, per gravità, la portata raggiunge gli impianti di trattamento.

Il trattamento delle acque meteoriche sarà realizzato all'interno di N.3 impianti costituiti da vasche attrezzate con disoleatori a coalescenza, capaci di trattare in continuo tutta la portata defluente della piattaforma. Secondo quanto previsto, nella documentazione a corredo del Piano

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 72	Di 88

Regolatore del Porto di Trieste (integrazione del Giugno 2014), l'adozione di sistemi di trattamento in continuo consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- sicurezza di trattare tutte le acque e non solo quelle formalmente definite di prima pioggia;
- sicurezza di garantire lo scarico anche in caso di sversamenti durante gli eventi piovosi;
- assenza di organi elettromeccanici e quindi maggiore economicità e facilità di gestione.

11.2.3 Impianto antincendio

L'impianto antincendio esistente è costituito da una rete di idranti alimentata ad anello da quattro condotte idriche, poste in cunicoli.

Due condotte corrono esternamente, una lungo il filo Banchina Nord, l'altra lungo la banchina Sud, mentre altre due condotte corrono internamente, in direzione longitudinale al molo, per tutta la sua lunghezza.

Tra le opere di progetto, rientra quella di integrazione e ammodernamento della rete antincendio a servizio del molo. Si è previsto l'ampliamento dell'anello antincendio, all'interno della nuova striscia di molo, e l'adeguamento della rete che scorre lungo la banchina sud, per una lunghezza di 300 metri a partire dalla testata.

Prima di procedere all'ampliamento, dovrà essere effettuata la rimozione dell'attuale condotta, lungo i tratti interessati e di tutti gli idranti sottosuolo, nonché delle valvole d'intercettazione.

La progettazione è stata svolta tenendo presente i punti di seguito elencati:

- Il Carico Incendio, secondo la norma UNI 10779, rispetto al quale è stato svolto tutto il dimensionamento della rete di idranti a servizio dell'ampliamento del Molo;
- il superamento delle interferenze che sono riscontrate tra:
 - il layout funzionale del Molo VII previsto in progetto e l'impianto antincendio
 - l'impianto antincendio e la rete di drenaggio acque meteoriche
 - l'impianto antincendio e l'impianto elettrico
 - che hanno notevolmente vincolato il layout dell'impianto antincendio di progetto.

Il layout di progetto della rete di idranti, meglio descritto nella Relazione Tecnica 0129TST01013-00, ha consentito di risolvere tutte le interferenze generate, in conformità alle norme tecniche di riferimento.

La progettazione, nel conseguire il fine della sicurezza antincendio e allo scopo di raggiungere i primari obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone ed alla tutela dei beni contro i rischi di incendio, è stata redatta in conformità ai criteri legislativi previsti e vigenti.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 73	Di 88

11.2.4 Impianto elettrico

Come si è già detto, l'ammodernamento della rete elettrica in media e bassa tensione si è avviata solo dopo un'accurata analisi delle caratteristiche e delle potenzialità degli impianti esistenti.

Il progetto ha avuto come obiettivo quello di garantire un adeguato approvvigionamento di energia elettrica, sia nella configurazione attuale, sia considerando una successiva fase di allungamento fino ai 200m, valutando le possibilità di ampliamento del fabbisogno energetico per l'installazione, in particolare sullo yard, di nuovo equipment ad azionamento elettromeccanico, il tutto nell'ottica di una vita utile dell'impianto di prospettiva pluridecennale.

Il layout, nel breve termine, prevede n. 8 gru di banchina su un fronte di 870m circa di cui, partendo dalla radice del molo, 100 ammodernati; l'equipment viene disposto come segue :

- N.2 da 16rows;
- N.2 da 20rows (ex 16 rows);
- N.3 da 21rows (ex 17 rows);
- N.1 da 24rows.

La gru di nuova fornitura è l'unica da 24 rows che, a seguito dell'ulteriore allungamento di 100m, potrebbe raddoppiare in numero.

Sul piazzale, invece, andranno a disporsi ulteriori n.4 transtainer RMGC, di cui una sulle vie di corsa esistenti, le altre n.3 sui tre nuovi ordini di binari.

Sulla base dei dati correnti, rapportati alle esigenze del nuovo, è stata condotta un'analisi dei carichi presenti, valutando l'effettiva utilizzazione della rete e della sua potenzialità di espansione, in ragione delle nuove utenze.

Si è cercato di conservare l'assetto originario: l'impianto avrà sempre la sua origine nel punto di consegna dell'energia in cabina SSP, da cui partiranno i n.3 anelli a 6 kV di interconnessione tra le cabine Nord 1 e Nord 2, la cabina Sud e le cabine A, B e C, per la distribuzione elettrica su tutto il molo.

Il sistema di distribuzione non è stato modificato, perché ben si presta all'alimentazione di grossi carichi concentrati, rispetto ai quali, è basilare garantire la continuità del servizio.

La rete così articolata consente di alimentare tutte le nuove utenze: mediante la messa in marcia di uno solo dei trasformatori MT/MT, da installarsi in cabina SSP, si riuscirà a coprire la nuova potenza necessaria. Tuttavia, per garantire la continuità del servizio, si è previsto il parallelo con un secondo trasformatore, anch'esso di nuova fornitura.

L'alimentazione delle nuove gru è stata suddivisa su 2 anelli, in particolare dalle partenze da cabina Nord2 e C, per un bilanciamento dei carichi.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 74	Di 88

I punti di alimentazione per le gru da 24rows sono stati previsti in numero pari a due, con la seconda in previsione di un successivo allungamento di ulteriori 100m.

Nelle cabine, i principali interventi riguarderanno:

- Adeguamento del quadro a 27,5 kV e nuovo quadro a 6 kV della Cabina SSP;
- Nuovo quadro a 6kV della cabina C (sostituzione dei TA e nuova taratura delle protezioni);
- Nuovo quadro a 6kV della cabina Nord2 (sostituzione dei TA e nuova taratura delle protezioni);
- Nuovo quadro di bassa tensione della cabina Nord 2 per l'alimentazione delle nuove torri faro.

Verifiche e interventi di manutenzione andranno poi effettuati sulle cabine Nord1, A e B, specificate nel seguito.

L'impianto così realizzato rispetta, oltre che le normativa vigente e i livelli di sicurezza stabiliti, il criterio del bilanciamento dei carichi sulla rete, escludendo la possibilità di sovraccarichi (e di fuori servizio) sulle utenze prioritarie del terminal.

11.2.5 Superamento dei punti di conflitto tra le reti

L'adeguamento impiantistico, per la particolare articolazione della struttura e l'organizzazione del network delle reti di utenza, non ha comportato la risoluzione di interferenze tra le nuove installazioni e le pre-esistenti.

Con riferimento invece al nuovo tratto di 100m, dove sono stati progettati tutti i sottoservizi, sono state preventivamente analizzate e risolte le interferenze tra i percorsi, con soluzioni per lo più analoghe a quelle adottate sul molo esistente.

I punti di conflitto nel cablaggio delle varie reti, ed il loro superamento, sono riportate negli elaborati di progetto 0129TST01250-0129TST01251 e 0129TST01252.

Le interferenze tra la nuova rete elettrica e la nuova rete di drenaggio delle acque meteoriche sono state risolte realizzando la via cavi sul molo esistente, ad una distanza media dall'attuale testata di circa 5,5m. Questa traslazione del tracciato, ha consentito di evitare incroci con il sistema di drenaggio costituito da un collettore e da n. 27 canalette, disposte trasversalmente allo sviluppo del molo.

Tra la rete elettrica e quella antincendio, invece, si sono verificati n.2 punti di conflitto,: in corrispondenza di questi incroci, è stato previsto un cambiamento di quota della rete antincendio che si abbasserà fino alla soletta e al di sopra della quale verrà fatto passare il fascio di tubi delle reti di media e bassa tensione.

Per tutti i dettagli si rimanda alla "Relazione tecnica superamento interferenze" (0129TST01008-00).

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 75	Di 88

11.3 ALLESTIMENTO DELLA BANCHINA

Il progetto di allungamento di 100m del Molo VII, come ampiamente descritto nei paragrafi precedenti, in virtù dei fondali naturali antistanti la banchina, consentirà l'ormeggio e le operazioni di carico/scarico delle moderne navi porta contenitori che, seguendo le tendenze del mercato dello shipping, hanno dimensioni sempre maggiori, sia in termini di dimensioni complessive che di dislocamento.

Tutto questo si traduce, in termini operativi, in nuovi sistemi di difesa elastica (parabordi) in grado di trasferire sulle strutture le energie di accosto, ed in nuove bitte in grado di sopportare il tiro dettato dai cavi di ancoraggio in condizioni gravose di vento, considerate anche le condizioni di Bora, oltre i 27m/s, valore dettato dalle N.T.C. 2008.

11.3.1 DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEL PARABORDO SUL NUOVO ACCOSTO

L'energia cinetica, prodotta durante l'attracco della nave al nuovo accosto in testata, deve essere assorbita da un sistema di parabordi elastomerici in grado di trasferire, alla struttura, le azioni sollecitanti attraverso una deformazione di tipo elastico che si traduce in reazione vincolare.

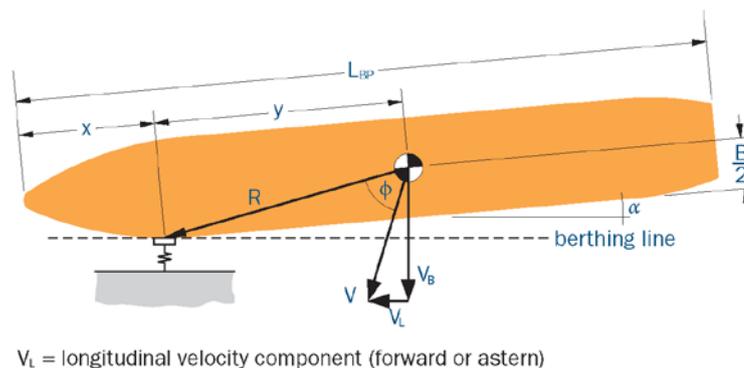
Tale dimensionamento è stato eseguito in base a ben riconosciuti metodi deterministici, che fanno riferimento alle "Linee guida per la progettazione di sistemi di parabordo: 2002", rilasciato dall'Associazione Internazionale di Navigazione.

Le navi prese a riferimento per l'attracco al Molo VII hanno caratteristiche differenti a seconda della capacità massima di trasporto, espresso in TEUs (TEU= Twenty Equivalent Unit, unità di misura internazionale). Nel caso specifico, per il calcolo di dimensionamento dei parabordi, si è fatto riferimento alla nave di progetto, della classe Ultra Large Container Vessel (ULCV), da 14.000TEUs. E' stata condotta una verifica, finalizzata alla determinazione delle condizioni di accosto, in termini di velocità e di angolo di accosto, che fossero compatibili con le caratteristiche dei parabordi da installarsi.

Rimandando alla relazione specialistica per la trattazione e la determinazione dei parametri e dei coefficienti che entrano in gioco nel calcolo dell'energia all'accosto, si vuole comunque sottolineare che il metodo deterministico adottato tiene conto di numerosi fattori correttivi quali:

C_B = Coefficiente di blocco, funzione della carena;

C_M = Coefficiente di massa aggiunta, che consente di tenere conto della massa virtuale



	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 76	Di 88

dell'acqua coinvolta nel movimento della nave, in aggiunta a quella vera e propria della nave stessa;

C_E = coefficiente di eccentricità, che tiene conto dell'energia dissipata dalla rotazione della nave nel punto di impatto con i parabordi;

C_C = coefficiente della configurazione di attracco, che dipende dalla tipologia di struttura adibita all'accosto, nel caso in cui questa risulti di tipo aperto (come ad esempio un impalcato su pali) oppure di tipo chiuso (cassoni).

C_S = coefficiente di deformabilità, determinato dal rapporto tra l'elasticità del fender e quella dello scafo della nave.

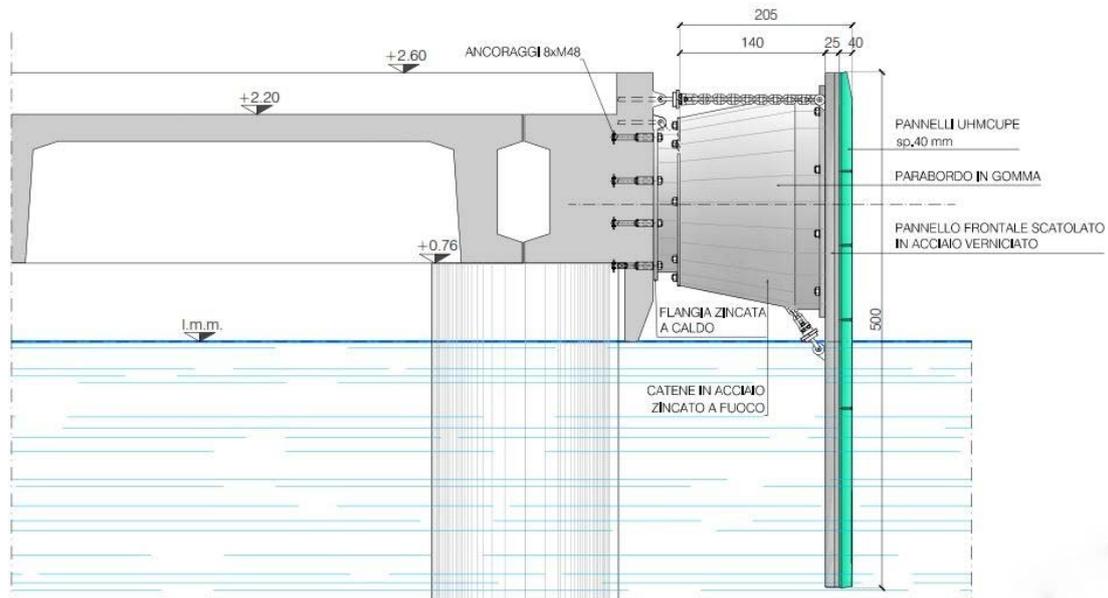
Inoltre, i calcoli dell'energia generata dall'urto di una nave sul parabordo sono stati condotti sia per situazioni di accosto normale, che per accosto "anormale".

Nella scelta degli elementi elastomerici si è posta particolare attenzione non solo nella scelta dei parametri e dei coefficienti sopra richiamati ma, soprattutto, dalle caratteristiche del naviglio, in termini di forma dell'opera morta (parte dello scafo fuori acqua) e dell'opera viva (parte dello scafo immersa), di altezza del bordo libero, di resistenza strutturale, della forma della stellatura di prua, del raggio massimo di curvatura dello scafo.

Tutti questi parametri influiscono sulle modalità di accosto ed, ancor di più, sulle sollecitazioni che la nave, in caso di urto, trasferisce ai parabordi.

Applicando le formule suggerite dalle "Linee guida per la progettazione di sistemi di parabordo: 2002" si è ricavata l'energia massima, in condizioni di accosto incontrollato (anormale) per la nave di progetto pari ad $E_A = 1.327$ kNm. Una volta nota l'energia massima da assorbire, è stato possibile individuare, grazie ad una proficua collaborazione con le Società specializzate nella costruzione e fornitura degli elementi elastomerici, il parabordo adatto. Nello specifico, si prevede il ricorso ad un parabordo tipo TRELLEBORG SCN1400 E2.2, o similare.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 77	Di 88



Sulla base dei dati raccolti in un documento specifico emesso dal produttore suddetto, seguono i seguenti valori teorici, riferiti ad un elastomero grado R1 con deformazione al 55.0%:

Energia assorbita = $1.376 \pm 10\%$ kNm

Forza di reazione = $1.738 \pm 10\%$ kN

Il pannello frontale, allo scopo di contenere le pressioni sullo scafo al di sotto del limite suggerito pari a 200 kN/m^2 (Cfr. PIANC:2002 tabella 4.4.1), avrà dimensioni utile (esclusi gli smussi) pari a $3700 \times 5000 \text{ mm}$.

I parabordi verranno posizionati con interasse pari a $19,80 \text{ m}$, in corrispondenza del giunto delle piastre.

11.3.2 DIMENSIONAMENTO E SCELTA DELLE BITTE

I sistemi di ancoraggio all'ormeggio sono rappresentati dalle bitte, in ghisa sferoidale, che, opportunamente dislocate sulla banchina, permettono l'ancoraggio della nave per mezzo dei cavi di ormeggio.

L'ormeggio avviene sempre, per navi di grandi dimensioni, facendo lavorare più cavi di ormeggio (gomene), che, avendo un carico di rottura inferiore al tiro massimo ammissibile sulle bitte, devono essere assicurati a più di una bitta a prua ed, analogamente, a poppa.

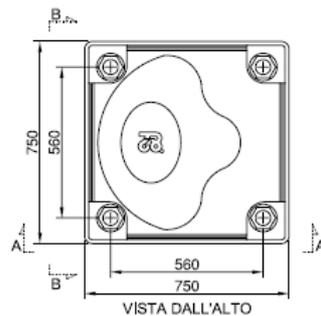
La verifica del tiro massimo alla bitta è stata condotta in conformità al codice "Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways EAU 2004".

Il calcolo del tiro sulle bitte dovuto all'azione del vento che impatta sulla murata della nave in banchina, fornisce il valore massimo, sia a prua che a poppa, al quale il sistema di ormeggio dovrà porre adeguata resistenza.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 78	Di 88

Nel caso in esame, considerate le azioni in gioco e la lunghezza delle navi di progetto, si opta per un sistema di ormeggio costituito da 3 bitte a prua e 3 bitte a poppa, da 150t, in maniera che, per una nave da 14.000TEUs e vento mediato sul minuto pari a 27m/s, il tiro massimo venga ripartito su 6 bitte, ottenendo:

$$W_{tb} + W_{th} = 406 + 406 = 812t / 6 = 135,5t$$



A commento dei calcoli precedenti é da sottolineare che:

- é molto difficile preparare un ottimo piano d'ormeggio delle navi da seguirsi da parte del Terminalista;
- talvolta le bitte sono collegate simultaneamente da più di due gomene;
- non é ottenibile una suddivisione uniforme delle forze tra le varie gomene e le bitte coinvolte;
- deve essere presa in conto l'elasticità delle gomene, associata con l'inclinazione in direzione orizzontale e verticale;
- la struttura di banchina deve essere considerata come rigida.

Per questo motivo, come già richiamato precedentemente, i calcoli sono stati condotti in osservanza delle EUA, e quindi moltiplicati per un fattore di sicurezza parziale $\gamma_d = 1.25$, che tiene conto di tutte le influenze dinamiche, e di altro tipo, non determinabili a priori e fornisce un adeguato margine di sicurezza.

Per quanto concerne la spaziatura delle bitte, si è proceduto con la verifica che i valori approssimati dati da Carl A. Thoresen ("Port Design – Guidelines and Recommendations") fossero in linea con le limitazioni dettate dalla particolare struttura del Molo VII. La verifica è stata condotta tenendo conto che le bitte potranno essere posizionate solamente in corrispondenza dei pali, ovvero in corrispondenza del giunto della trave di bordo, dove i trefoli passanti non interferiscono con i sistemi di ancoraggio delle bitte stesse.

L'interasse delle bitte sarà pari pertanto pari a 19,80m, in corrispondenza del giunto tra le travi di bordo.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 79	Di 88

12. PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE

12.1 CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella seguente tabella:

Tabella 16 Vita nominale

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	> 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	> 100

Nel caso in esame, trattandosi di un'opera infrastrutturale di grandi dimensioni, si considera una vita nominale ≥ 100 anni.

12.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 80	Di 88

Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 Novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 rimanda al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3685 del 21 ottobre 2003 per la definizione dettagliata delle costruzioni di classe d'uso III e IV.

Il decreto del presidente della regione Friuli Venezia Giulia del 27 luglio 2011, n.0176/Pres. procede ad una specificazione di dettaglio delle tipologie di opere e di edifici di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le finalità di protezione civile durante gli eventi sismici, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettere a), c), e c ter) della legge regionale 16/2009. All'art. 2 comma 3 lettera f) del sopracitato decreto rientrano le stazioni aeroportuali, gli eliporti, i porti e le stazioni marittime fra gli edifici di classe d'uso IV ai sensi del punto 2.4.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme Tecniche per le Costruzioni".

Nel caso in esame l'opera viene quindi considerata di Classe IV a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 2,0.

Tabella 17 Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

12.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N * C_U$$

Per l'azione sismica si considera, dunque, un periodo di riferimento di 200 anni, ottenuto moltiplicando il coefficiente d'uso relativo alla Classe IV pari a 2,0 per la vita nominale dell'opera pari a 100 anni.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 81	Di 88

12.4 ANALISI STRUTTURALE

Nell'analisi strutturale dell'impalcato è stato eseguito il dimensionamento dei seguenti elementi:

- piastra tipo di impalcato
- trave di corsa lato mare per gru di banchina STS
- trave di corsa lato terra per gru di banchina STS
- trave di corsa per gru di piazzale RGMC
- palo tipo di fondazione

Le verifiche agli stati limite ultimi strutturali sono state eseguite definendo in primo luogo le opportune combinazioni delle azioni (azioni di calcolo, F_d), valutando le azioni interne (sollecitazioni di calcolo, E_d) nei vari elementi strutturali e calcolando per ognuno di essi le resistenze (resistenze di calcolo, R_d), verificando che risultasse $R_d \geq E_d$.

Per quel che concerne invece gli stati limite di esercizio si sono eseguite le seguenti verifiche:

- verifiche di deformabilità;
- verifiche di fessurazione;
- verifiche delle tensioni di esercizio;

L'analisi condotta sulle strutture della nuova banchina hanno consentito il dimensionamento degli elementi e la verifica degli spostamenti in fase di esercizio. Tutte le verifiche sono state condotte nel rispetto della vigente normativa nella sua lettura più restrittiva.

I materiali selezionati rispondono ai requisiti prestazionali dettati dalla classe d'esposizione dell'opera. Le verifiche agli stati limite di esercizio sono ampiamente soddisfatte e garantiscono in termini di fessurazione, escludendo fenomeni di apertura delle fessure che minerebbero la durabilità dell'opera.

Infine le verifiche agli stati limite ultimi nelle diverse combinazioni di carico individuate risultano verificate per tutti i componenti della struttura.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 82	Di 88

13. NUOVO LAYOUT OPERATIVO

Il terminal, nella sua configurazione finale, si svilupperà su una superficie di circa 373.000 m².

Grazie alle nuove aree disponibili, la capacità di stoccaggio aumenterà di circa il 12% per un totale di 5.740 ground slot; l'organizzazione del piazzale rimarrà invariata per quelle che sono le logiche di servizio, privilegiando, tuttavia, le nuove aree per la movimentazione delle merci in import-export, anche grazie alle nuove attrezzature RMGC, distribuite su n.5 file, che consentiranno la gestione delle movimentazioni con un tempo di giacenza medio più basso.

L'area oggi destinata alle merci pericolose verrà ricollocata in testata al nuovo terminal, lungo la banchina nord.

Nel tratto terminale sarà comunque garantita la presenza di aree destinate ai vuoti e alle merci pericolose

13.1 ATTREZZATURE

Una volta completate le opere infrastrutturali, a regime, il nuovo terminal avrà in dotazione sulla banchina sud, partendo dalla testata:

- N.1 Portainer StS da 24 file, del tipo twin-lift in grado di movimentare n.2 container per volta, anche da 40 piedi;
- N.3 Portainer StS, Post Panamax da 21 file;
- N.2 Portainer StS, PostPanamax da 20 file;
- N.2 Portainer StS, Post Panamax da 16 file.

Le aree di stoccaggio saranno servite da:

- N.11 Rail Mounted Gantry Crane.

Il fascio ferroviario, sarà ancora equipaggiato con n.3 Rail Mounted Railway Gantry Cranes.

Per le operazioni di movimentazione nelle aree di stoccaggio non servite da RMGC, saranno utilizzate le seguenti attrezzature:

- gru mobili con outreach 50m, capacità massima allo spreader 35.5 tonnellate, e 100 tonnellate al gancio
- Reach Stackers con portata 40 tonnellate
- Side Loader per la movimentazione dei contenitori vuoti con portata massima di 9 tonnellate

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 83	Di 88

14. CRITICITÀ E BENEFICI DELL'INTERVENTO

14.1 GLI ELEMENTI DI CRITICITÀ

14.1.1 Operatività del terminal

Gli interventi di allungamento del Molo VII risultano essere di grande impegno, se parametrize ai numeri che il terminal ha registrato nel recente passato; l'esecuzione di n.462 pali a mare e la realizzazione in opera di oltre 400 piastre a terra, non dovranno risultare interferenti con le normali operazioni terminalistiche, garantendo sempre e comunque la continuità del servizio.

La questione, sotto il profilo della gestione del cantiere, si realizza attraverso la predisposizione di recinzioni provvisorie che dovranno avere dei varchi tali da consentire l'accesso alle aree occluse. Le diverse configurazioni che assumerà il cantiere nel tempo, imporranno tempestivi spostamenti per garantire la regolarità dell'operatività del terminal.

Tanto gli interventi in testata, che quelli sulla banchina Sud, comporteranno profonde modificazioni del piano di campagna e la necessità di superare numerose interferenze.

Quella che senz'altro crea maggiori problemi è quella dei sottoservizi, in particolar modo della rete antincendio e della rete delle acque meteoriche previste sul nuovo tratto. Anche gli interventi sulla rete elettrica comporteranno una parzializzazione dell'impianto esistente.

14.1.2 Gestione del materiale di risulta dalla trivellazione dei pali

Il progetto di allungamento del Molo VII prevede la realizzazione di 462 pali di fondazione $\varnothing 1.800$ che saranno costruiti mediante infissione di una camicia in acciaio, successivamente trivellata all'interno e riempita di calcestruzzo.

I sedimenti marini risultanti dall'attività di trivellazione hanno un volume (in sito) di circa 30.000m^3 .

Essendo il porto di Trieste classificato Sito di Interesse Nazionale (SIN), i fondali sono stati caratterizzati per definire il livello di contaminazione dei sedimenti e individuare le corrette modalità di gestione, ai sensi dell'art. 5 bis della L. 84/94.

I risultati delle campagne di indagini ambientali, condotte nell'area a mare prospiciente la testata del Molo VII (400m x 400m), hanno evidenziato che **le concentrazioni rilevate, per tutti gli analiti e per tutti gli spessori analizzati, sono sempre inferiori ai limiti per pericolosi.**

Nello specifico, **l'area interessata dal prolungamento di 100m del Molo VII non include i fondali caratterizzati da un livello di contaminazione più elevato (rossi).**

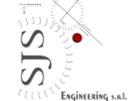
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 84	Di 88

Alla luce di quanto sopra e in conformità al “Piano generale di gestione dei sedimenti” allegato al Piano Regolatore Portuale (2009) che sta espletando la procedura integrata VIA – VAS presso il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, i sedimenti provenienti dalla trivellazione all’interno dei pali possono essere refluiti in cassa di colmata.

Come riportato nello Studio Ambientale Integrato del nuovo PRP, **“la disponibilità della cassa di colmata 03 (1.100.000 m³) in corso di progettazione quale prima fase dei lavori della Piattaforma Logistica, garantisce la destinazione dei sedimenti conformi dragati durante le opere di prima fase”**, quindi anche di quelli afferenti i lavori di prolungamento del Molo VII.

La Piattaforma Logistica, opera strategica ai sensi della L. 443/1991, sarà realizzata nell’area compresa fra lo Scalo Legnami e la Ferriera di Servola. Allo stato attuale è in corso la progettazione esecutiva aggiudicata nell’ambito dell’appalto di “Concessione per la realizzazione e gestione di una piattaforma logistica tra lo Scalo Legnami e l'ex-Italsider - hub portuale di Trieste”.

Prima di essere trasferiti nella Piattaforma Logistica, i sedimenti saranno depositati all’interno di due vasche di accumulo da realizzare in area cantiere e sottoposti ad analisi fisico-chimiche di laboratorio per confermare la loro idoneità al conferimento in cassa di colmata.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 85	Di 88

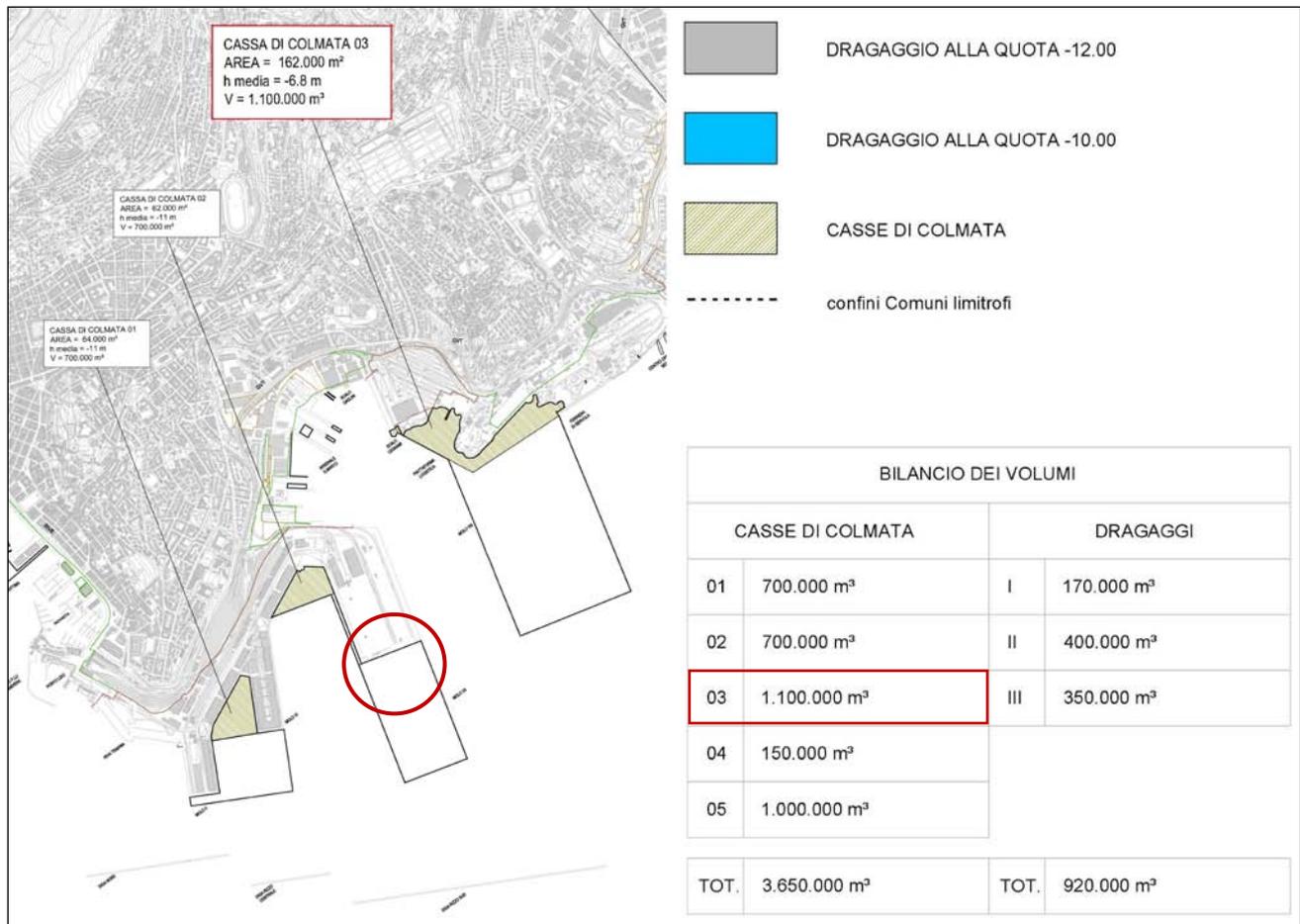


Figura 37 Stralcio della tavola "Opere di Piano e Dragaggi – Assetto di Piano" del nuovo PRP (giugno 2011)

14.2 Introduzione di elementi di concorrenzialità nell'offerta del Mediterraneo

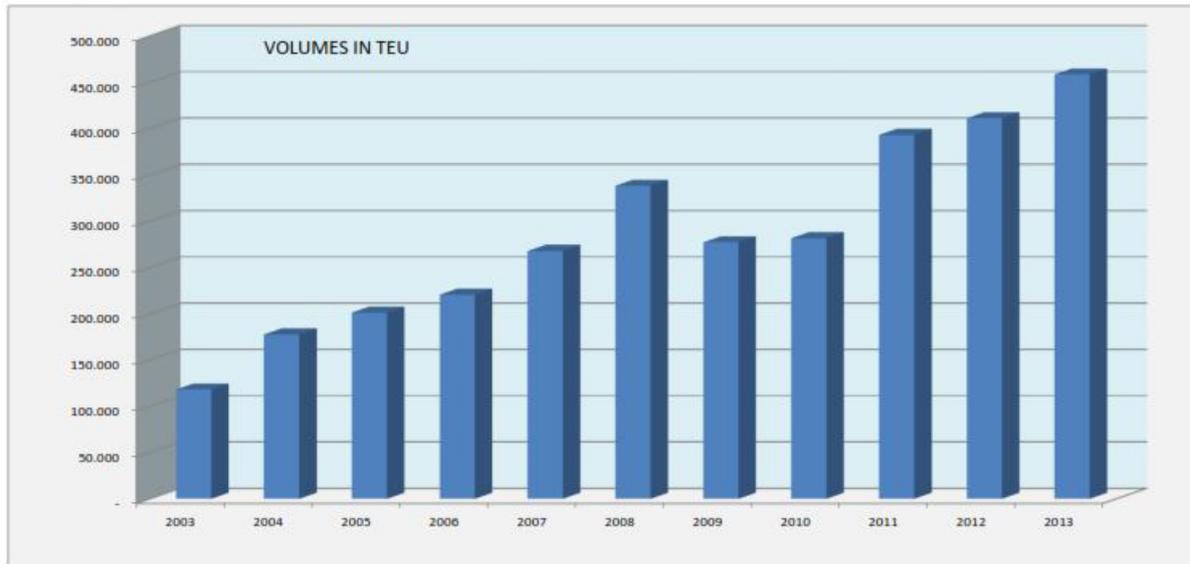
Il bacino del Mediterraneo ha visto diversificare la propria offerta di Porti hub nell'ultimo decennio. Lo strapotere di Gioia Tauro è stato inesorabilmente eroso dalla aggressiva concorrenza, prima tutta con Taranto e Cagliari, poi con l'affacciarsi di realtà nuove sulla costa nord Africana. Il confronto dei Porti Italiani, gravato dall'incalcolabile differenziale che lo separa dal costo del lavoro nord africano, ha visto il nostro sistema perdere rapidamente "appeal" nei confronti dei maggiori Carrier mondiali. La primavera Araba e le inevitabili ripercussioni interne politiche, hanno raffreddato questo processo, e complice la crisi dell'euro, l'attenzione degli operatori globali si è spostata nuovamente verso i Porti Europei.

L'Italia non si è certo distinta per rapidità di decisioni, finendo tuttavia per raccogliere la sfida internazionale. Fioriscono un po' dovunque iniziative di ammodernamento dei terminal esistenti, ma gli elementi davvero discriminanti sono il traffico ed i fondali, nonché la vicinanza con il Nord

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 86	Di 88

Est.

Ebbene per Trieste, il traffico ha sempre avuto un andamento crescente, tranne che nel 2009, come riportato nell'immagine allegata:



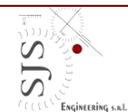
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TEUS	118.142	177.672	201.290	220.661	267.854	338.299	277.245	281.629	393.195	411.247	458.497
Diff. year on year		50,4%	13,3%	9,6%	21,4%	26,3%	-18,0%	1,6%	39,6%	4,6%	11,5%

La notizia dell'impetuoso incremento degli ordini di vessel fino ed oltre i 14.000 teus, ha svegliato il mondo dello shipping e, vista la dimensione delle navi, le rotte cui sono destinati: Trieste, vista la profondità dei fondali naturali, certo non teme l'arrivo di queste navi piuttosto si candida ad ospitarle e servirle con adeguate attrezzature.

La scommessa portata avanti dall'Autorità Portuale ha rinfrancato il Terminalista: non si tratta di scelte improvvisate, ma di neutre considerazioni sull'evoluzione dello scenario nel Mediterraneo ed in particolare delle merci destinate al Nord-Est.

Quando la banchina ed il piazzale saranno in esercizio, con gru di banchina e mezzi di piazzale veloci e con carichi doppi rispetto alle precedenti, ci sarà un nuovo agguerritissimo competitor nel panorama dei Porti. Per trovare gru con queste caratteristiche si dovrà andare in Oriente. Solo in Belgio, in Europa e a titolo sperimentale, ne sono state installate due. Non v'è dubbio che per i prossimi cinque dieci anni, dal punto di vista dell'equipment, Trieste costituirà uno dei porti di eccellenza e avanguardia.

Ciò sarà possibile perché le nuove banchine e le nuove vie di corsa, possono reggere carichi più che doppi rispetto alle precedenti gru.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pagina 87	Di 88

14.3 I BENEFICI

14.3.1 Equilibrio tra movimentazioni in banchina e in piazzale

Come si è detto, l'operatività del terminal è garantita oggi da: oltre 750m di banchina utile sul fronte sud e oltre 300.000mq di piazzale che, tuttavia, ospitano anche un terminal ferroviario, magazzini e subiscono il forte impatto di un viadotto di collegamento con l'arteria principale che connette i moli del porto.

Il piazzale è caratterizzato dall'aver una diversa ripartizione dei carichi sulla superficie in quanto, una parte consistente dello yard, è in grado di sopportare carichi non superiori alle 4ton/mq mentre, la quota di più recente costruzione, offre performance superiori, cioè fino a 6ton/mq.

La presenza della Bora non consente di accatastare vuoti, oltre il terzo tiro, e in nessuna parte del piazzale si supera il quarto, per i carichi pieni.

L'insieme di queste condizioni penalizza, non poco, la movimentazione on shore, messa recentemente a dura prova dal sensibile incremento dei traffici che, nel mentre ha potuto godere di una banchina adeguatamente attrezzata, ha visto non pochi problemi nella gestione a terra.

L'intervento di che trattasi contribuisce a bilanciare questo rapporto tra movimentato ship to shore e on shore contribuendo con 40.000mq attrezzati con transtainer su binario, a riportare in un corretto rapporto le capacità di movimentazione in banchina con quelle di handling sullo yard.

L'efficacia dell'intervento è amplificata dalla adozione di equipment integrativo costituito da gru a cavalletto in grado di gestire fino al 4+1 tiro di container, incrementando sensibilmente la capacità sui piazzali.

14.3.2 Nuove performance in accosto

I fenomeni di gigantismo navale e di Alleanze tra i grandi vettori per le lunghe tratte, di cui si è diffusamente parlato nelle pagine precedenti, hanno introdotto elementi di novità nella gestione delle banchine nei porti del Mediterraneo. Non è possibile servire le linee del Far East efficacemente se non si dispone di un doppio attracco per navi SuperPostPanamax che con una lunghezza di circa 380m netta occupano tratti di banchina non inferiori ai 400m. Ora un terminal che si candida a servire queste linee deve necessariamente prevedere un doppio slot di accesso per questa tipologia di naviglio, pena attesa in rada di navi "la cui sosta forzata" costa decine di migliaia di euro al giorno.

Il superamento di questi costi, di controspallia, deve essere necessariamente superato dai terminal che si candidano al servizio, pena l'esclusione dalle rotte di questi traffici.

Il Molo VII contando su una banchina di soli 770m, che al netto dei punti morti, si riduce a 750m al massimo, attualmente non può garantire questa offerta di accosto; l'introduzione di un allungamento di soli 100m supera questi limiti, comportando l'indubbio beneficio di potersi

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01001-02-R03	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA GENERALE		Pagina 88	Di 88

affacciare ad un mercato attualmente precluso dalle possibilità del terminalista, con indubbi vantaggi commerciali e di efficientamento del servizio.

14.3.3 Benefici di natura ambientale

Come si è visto nei paragrafi precedenti, i dati aggregati e disaggregati sui dati registrati negli ultimi anni forniscono dati apparentemente contrastanti. Ad un incremento dei TEUs movimentati, quasi costantemente registrato, è corrisposto una sensibile contrazione delle toccate.

Questo sotto il profilo ambientale si traduce in una sensibile riduzione degli impatti, pervenendo in rada un numero di navi inferiore a quello precedentemente registrato. Il tutto pur garantendo livelli di servizio non solo pari, ma addirittura maggiori ai precedenti. Questo virtuoso fenomeno, può essere ulteriormente amplificato ospitando navi sempre più grandi che appunto l'intervento mira a calamitare sulla infrastruttura, senza che questo comporti alcun incremento dell'inquinamento indotto dalla presenza delle navi che, viceversa, tendono a diminuire per numero e per potenzialità di inquinamento. Infatti, le navi di nuova generazione, adottano accorgimenti finalizzati al contenimento e alla mitigazione dell'impatto ambientale ben più efficaci delle generazioni precedenti.

Roma, Luglio 2015

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Michelangelo Lentini