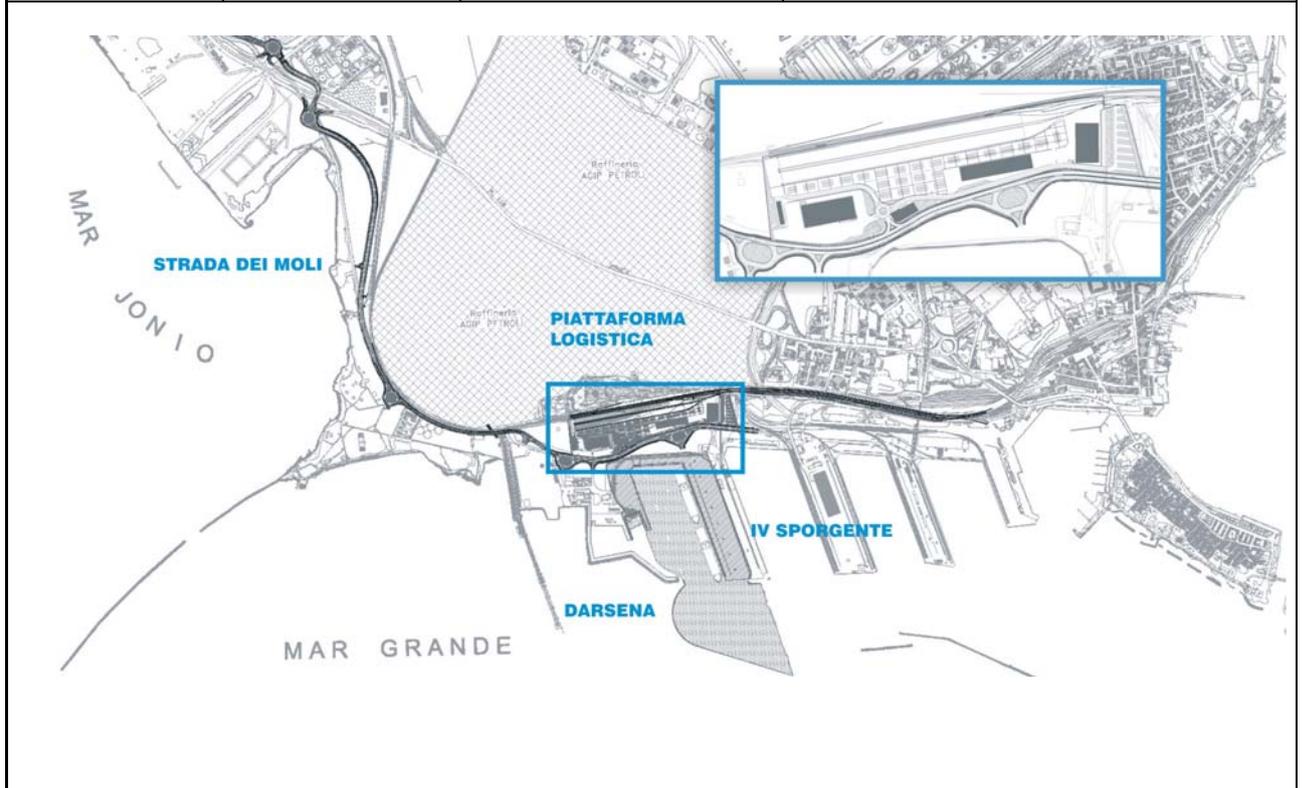




Titolo PROGETTO DEFINITIVO Ampliamento IV Sporgente Relazione Tecnica Generale			Documento no. 123.700 B1 OOA S 001	Rev 01	Pag. 1	di 41
			 Autorità Portuale di Taranto			
Tipo doc. GR5	Emesso da DTL	Commessa no. 123-700	Progetto: Piastra Portuale di Taranto Legge obiettivo delibera CIPE 74/03 Responsabile del procedimento: Ing. D. Daraio			



Progettazione 	Consulenti Progettisti  INGEGNERIA E SISTEMI  	Il Direttore Tecnico: Dott. Ing. Andrea PANIZZA Il Direttore Tecnico: Dott. Ing. Marco GONELLA
---	--	---

P	A	L. de Angelis	P. Atzeni	A. Panizza	G. Geddo	01	Prima emissione	29-09-2006	
St.	Sc.	Redatto	Controllato	Controllato	Approvato	Rev.	Tipo di revisione	Data	

SOCIETA' DI PROGETTO:
TARANTO LOGISTICA S.p.A



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	2	41

1	PREMESSA.....	3
2	STATO DI FATTO.....	4
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
2.2	RIFERIMENTO AL PIANO REGOLATORE PORTUALE	9
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	11
3.1	AREE DI INTERVENTO.....	13
3.2	OPERE MARITTIME	14
3.2.1	<i>Dragaggi e terrapieni</i>	<i>14</i>
3.2.2	<i>Banchina a cassoni</i>	<i>16</i>
3.2.3	<i>Opere provvisionali</i>	<i>21</i>
3.3	OPERE A TERRA	23
3.3.1	<i>Piazzali.....</i>	<i>23</i>
3.4	IMPIANTI.....	24
3.4.1	<i>Impianto elettrico.....</i>	<i>24</i>
3.4.2	<i>Impianto idrico di scarico delle acque meteoriche.....</i>	<i>26</i>
3.4.3	<i>Impianto antincendio</i>	<i>26</i>
3.5	INTERFERENZE IMPIANTISTICHE.....	28
4	RIFERIMENTI.....	29
4.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	29
4.2	NORMATIVA	29
4.3	PROGRAMMI DI CALCOLO.....	29
4.4	ELABORATI DI PROGETTO	30
5	DATI DI BASE.....	33
5.1	VITA UTILE	33
5.2	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA.....	33
5.3	CONDIZIONI AMBIENTALI: MOTO ONDOSO.....	33
5.4	SISMA	33
5.5	CARICHI E SOVRACCARICHI	34
6	FASI DI COSTRUZIONE	34
7	CRITERI E METODI DI PROGETTAZIONE.....	35
7.1	CRITERI DI ANALISI DELLE STRUTTURE	35
7.2	CRITERI DI VERIFICA DELLE STRUTTURE	35
7.2.1	<i>Stati limiti ultimi: combinazione delle azioni.....</i>	<i>36</i>
7.2.2	<i>Stati limiti di servizio</i>	<i>37</i>
7.2.3	<i>Coefficienti di sicurezza parziali per i materiali.....</i>	<i>37</i>
7.2.4	<i>Coefficienti di sicurezza parziali per i collegamenti.....</i>	<i>37</i>
7.2.5	<i>Coefficienti di sicurezza parziali per le proprietà del terreno.....</i>	<i>38</i>
7.3	CRITERI DI VERIFICA IDRAULICA E DI STABILITÀ GLOBALE DEI CASSONI	39
8	BIBLIOGRAFIA	40



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	3	41

1 PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto definitivo dell'ampliamento del IV sporgente, che rientra nel più ampio progetto di modifiche di tipo strutturale, tecnologico e di dotazione di servizi per migliorare il funzionamento della Piastra Portuale di Taranto.

La realizzazione e gestione della piastra logistica completa di opere portuali all'interno del porto rientra nell'ambito della c.d. "legge Obiettivo". L'intervento proposto è stato approvato dal CIPE nella seduta del 29.09.2003 nel quadro delle opere ritenute strategiche e di interesse nazionale.

Il previsto ampliamento del IV sporgente ha l'obiettivo di aumentare i punti di attracco riducendo così la media giornaliera delle navi in rada in attesa di attracco e di aumentare le superfici destinate a razionalizzare il deposito di merci sul molo stesso.

L'ampliamento è finalizzato alla corretta funzionalità dell'opera in termini di sicurezza, operatività e miglioramento dei servizi resi; consente di utilizzare le innovazioni intervenute nel corso del tempo per quanto riguarda sia l'evoluzione delle navi che dei mezzi tecnici di trasbordo e movimentazione merci.

Le operazioni di carico e scarico delle merci dalle navi attraccate in banchina saranno svolte mediante l'utilizzo di gru mobili con ruote gommate combinate con l'utilizzo di mezzi quali i "reach stacker" per il carico e la movimentazione in banchina dei containers..

Si inizia con la descrizione dello stato di fatto, per inquadrare il progetto nel più ampio contesto territoriale, ponendo particolare attenzione al Piano Regolatore Portuale; si passa poi alla descrizione dell'intervento suddividendo le opere per tipologia: marittime (dragaggi e banchine a cassoni), opere a terra (piazzi) e impiantistiche. Sono poi stati sintetizzati criteri e metodi di progettazione adottati per ogni tipologia di opere e i risultati di calcoli e verifiche, rimandando alle relazioni tecniche specialistiche per un'analisi più dettagliata.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	4	41

2 STATO DI FATTO

Il IV sporgente del porto di Taranto è attualmente adibito ad attività di movimentazione di rinfuse al servizio dello stabilimento siderurgico ILVA S.p.A. Il tratto iniziale della banchina è dato in concessione alla Cementi S.p.A. per l'attività prevalente di imbarco del cemento prodotto del locale stabilimento.

Le dimensioni planimetriche dello sporgente presentano una larghezza di circa 80 m. Il lato di levante è banchinato con una struttura a giorno, mentre il lato di ponente è protetto da una scogliera a gettata. Come si può osservare dalle foto seguenti è costituita da massi di categoria variabile fra la II e la IV, con una pendenza $1 \div 1.5:2$.



Figura 1 – Stato attuale del IV sporgente

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	5	41



Figura 2 – Stato Attuale IV sporgente – vista dalla darsena servizi



Figura 3 – Stato attuale del IV sporgente – testata dello sporgente

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	6	41



Figura 4 - Stato attuale del IV Sporgente: testata



Figura 5 – Stato attuale del IV Sporgente: angolo sud ovest dello sporgente fra la testata e la scogliera

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	7	41



Figura 6 – Stato attuale del IV Sporgente – lato di ponente della banchina di riva a Ovest del IV Sporgente

I fondali attuali passano dalla profondità – 8.5 m l.m.m. in prossimità della testata dello sporgente a – 2.0 m l.m.m. in prossimità della riva.

2.1 Inquadramento territoriale

La zona di intervento è situata all'interno del Porto di Taranto tra il IV sporgente e la darsena tecnica. Tale zona si trova all'interno del Mar Grande ed esposta a Sud. L'asse dell'imboccatura del Mar Grande è in direzione 194°N rispetto all'area in oggetto che è parzialmente protetta da un antemurale in scogliera di massi lungo circa 750 m con asse orientato di 120°N. Tale antemurale, realizzato precedentemente a protezione della III e della II calata, non protegge anche la futura calata che si realizzerà tra il IV sporgente e la darsena tecnica di futura realizzazione. Rimane infatti scoperto un settore di traversia da 186 a 202° che seppure molto stretto, di appena 16°, espone la calata alle ondatazioni che provengono da tali direzioni.

Per quanto riguarda i fondali antistanti l'area oggetto dell'intervento, si hanno profondità dell'ordine dei 20 m in prossimità dell'imboccatura del Mar Grande, con punte di 40 m nella zona centrale fino a profondità di circa 15 m nella zona esterna all'antemurale sopraccitato. Nella parte della calata si hanno invece profondità che vanno dai 10 m fino a 2 m con una disposizione di isobate abbastanza regolari e parallele alla riva.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	8	41

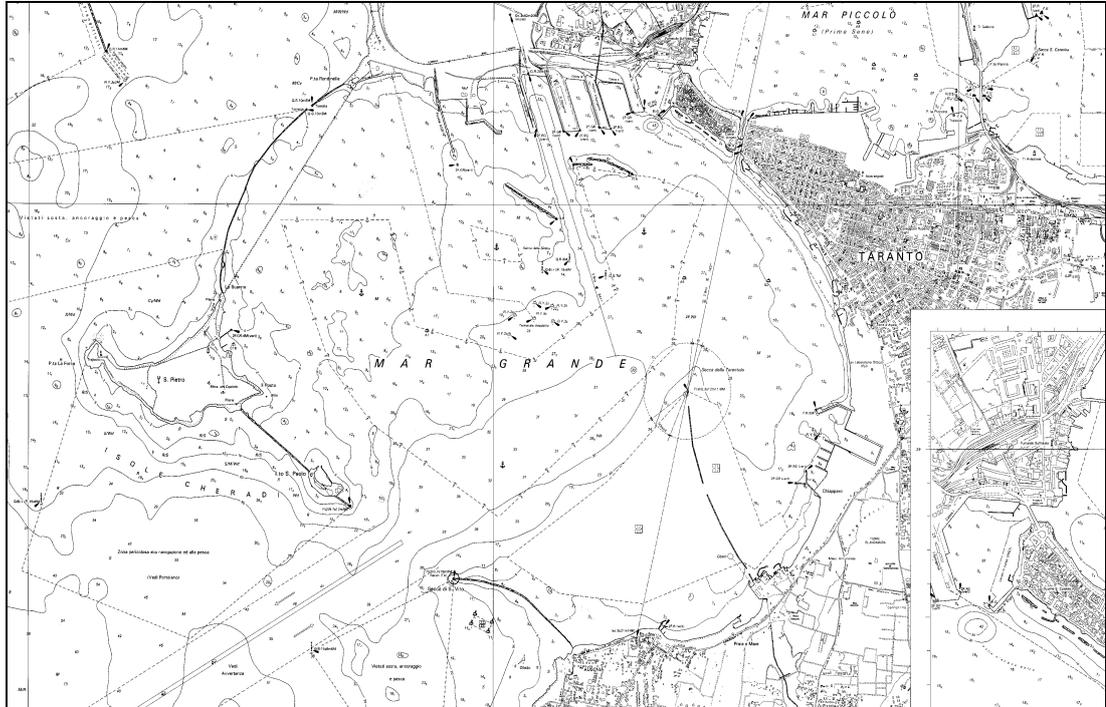


Figura 7 – Inquadramento generale del porto di Taranto all'interno del Mar Grande

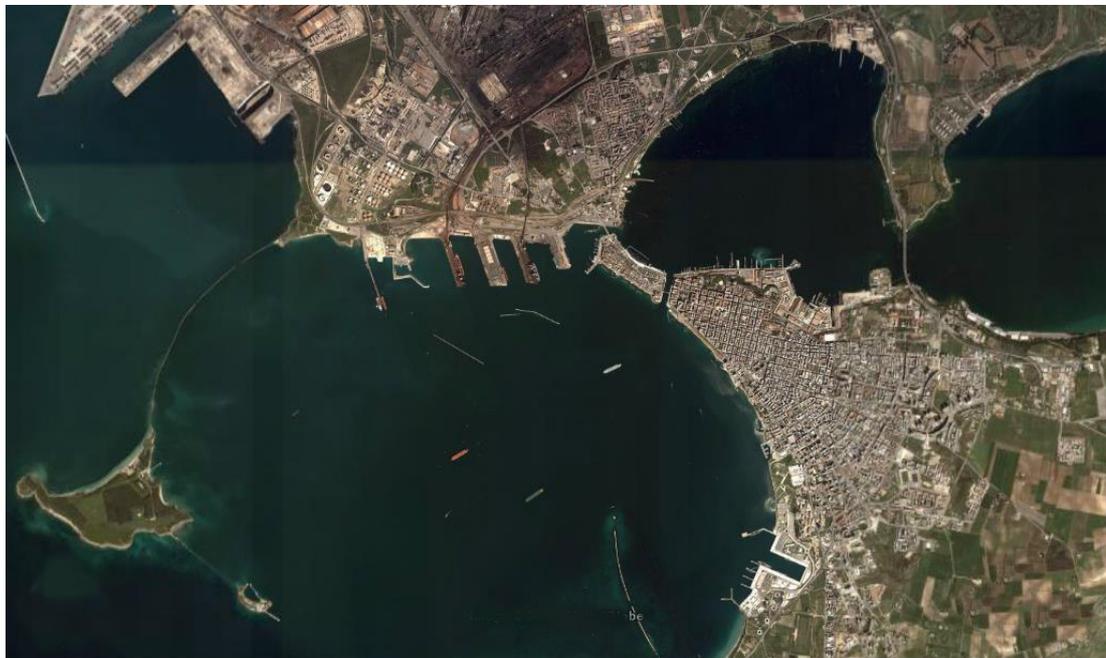


Figura 8 – Porto di Taranto



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	9	41

2.2 Riferimento al Piano Regolatore Portuale

Alla data odierna, il piano Regolatore Vigente del Porto di Taranto è quello approvato dal Ministero LL.PP. con decreto 976/1980 comprensivo degli adeguamenti tecnici e funzionali (modifica e ampliamento della darsena per mezzi pubblici e di servizio e prolungamento della diga foranea a protezione del molo polifunzionale; ampliamento del IV Sporgente ad Ovest e Strada dei moli).

Si fa presente che è in corso da parte dell’Autorità Portuale di Taranto l’aggiornamento del suddetto Piano regolatore per adeguare quello esistente alla legge n°84 del 28.01.1994 Pertanto il Comune di Taranto presa visione del nuovo Piano Regolatore del Porto di Taranto, con Delibera n°116/2006 del 25/08/2006 ha espresso parere favorevole all’intesa del nuovo PRP redatto dall’ Autorità Portuale.

Lo stralcio del Piano Regolatore Portuale è riportato nell’elaborato grafico A1UGES110.

Il Piano Regolatore Portuale vigente prevede l’allargamento del IV sporgente per tutta la sua lunghezza, verso Ovest per una larghezza massima di circa 70 m portata a circa 120 m in sede di “adeguamento tecnico funzionale per modifiche non sostanziali” approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con deliberazione n. 38 del 1.3.02. La previsione del Piano prevede quindi l’allargamento del IV sporgente dagli attuali 80 m ai futuri 200 m, conservando inalterata l’attuale lunghezza di 600 m. L’intervento proposto non è in contrasto con il vigente P.R.G. della città di Taranto (delibera del Consiglio Comunale di Taranto n. 158 in data 8.11.01).

In merito alla qualità del materiale di dragaggio, sono stati utilizzati i risultati dell’analisi preliminare disposta dall’Autorità Portuale di Taranto ed eseguito dal Presidio Multizonale di Prevenzione di Taranto.

E’ stata inoltre predisposta dall’Autorità Portuale di Taranto una “caratterizzazione” dell’intero ambito portuale, incluso nella “Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Taranto” definito con D.M. 10.1.2000 in esecuzione della legge n. 426 del 2.12.98 destinata ai siti di interesse nazionale in quanto “aree ad elevato rischio di crisi ambientale” (rif. elaborato A1ODRA102).

Nell’ambito del progetto di ampliamento del IV Sporgente è stato redatto il progetto di bonifica (rif. elaborato A1ODRA001).

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	10	41

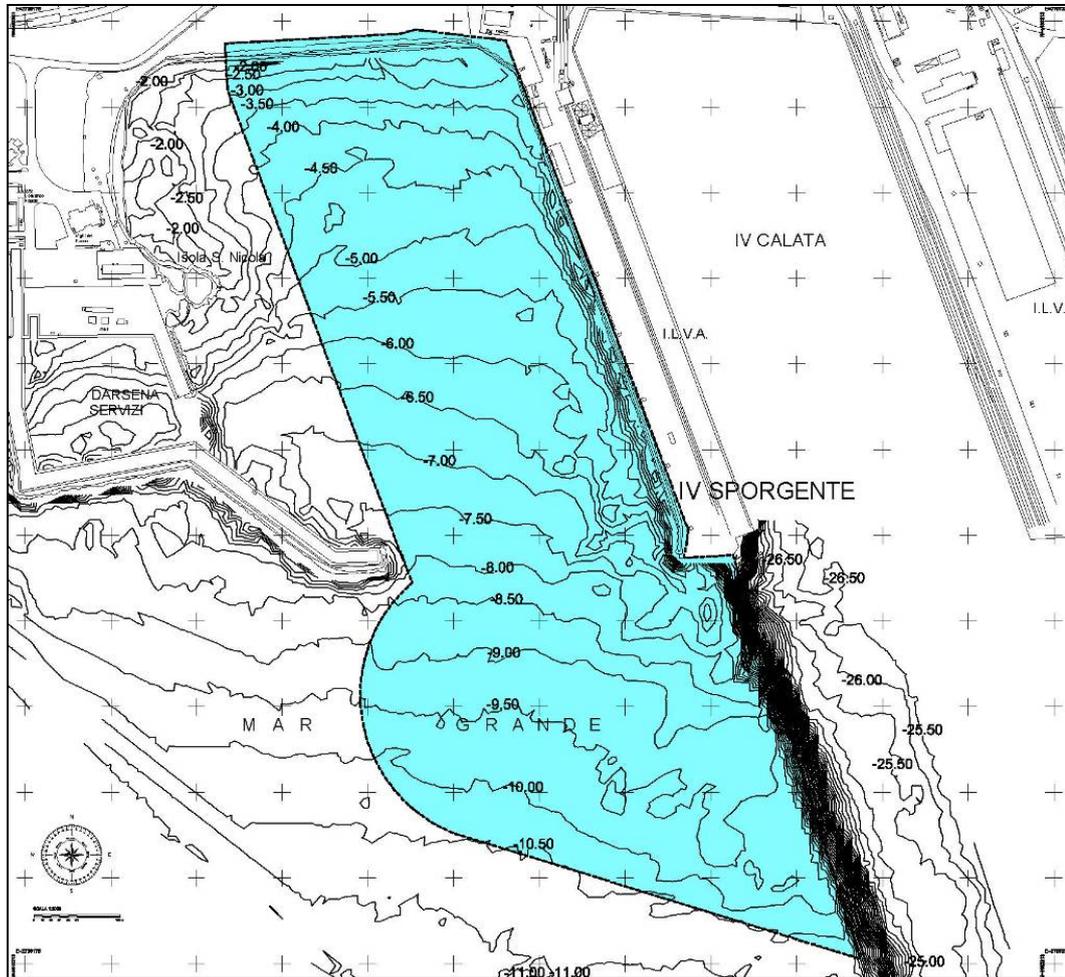


Figura 9 - Planimetria dello stato di fatto

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	11	41

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'ampliamento del IV sporgente mira a realizzare una nuova banchina lato ovest per una lunghezza complessiva di 600 m, ampliando la larghezza dell'attuale sporgente da 80 a 200 m circa.

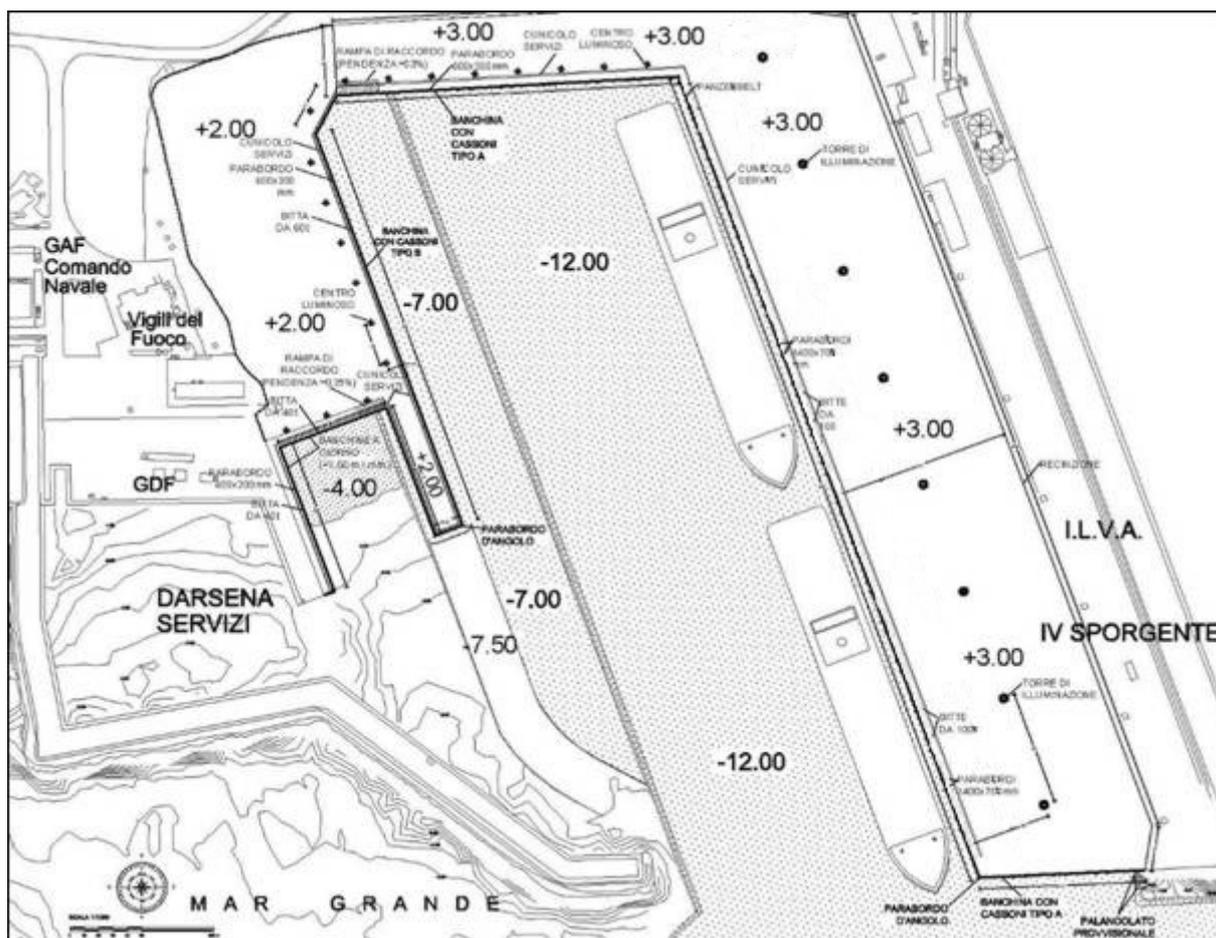


Figura 10 - Planimetria delle opere

L'intervento prevede di realizzare la banchina di ormeggio del IV sporgente mediante cassoni cellulari in c.a., imbasati a quota -12.70 m l.m.m. su uno scanno in pietrame di 1.30m di spessore realizzato mediante dragaggio fino a quota -14.0m l.m.m. Tenendo conto dello spessore del solettone di fondo, che è di 0.70 m, la profondità utile al piede della banchina risulterà essere di 12.0 m. I cassoni verranno realizzati nel porto di Taranto, portati in galleggiamento fino alla loro destinazione finale e quindi affondati.

I cassoni saranno poi completati con una sovrastruttura in cls dove troveranno posto tutti gli arredi, quali parabordi, bitte e cunicoli di servizio.

Tutta la zona a tergo della banchina, soggetta al transito, verrà poi completata con pavimentazione flessibile, in modo da realizzare un piazzale portacontainer con quota di sommità pari a +3.0 m s.l.m.m. Gli strati di fondazione sono stati dimensionati in maniera da poter in seguito sostituire il pacchetto superiore con lastre in c.a., per rendere idonea la pavimentazione all'eventuale transito ed esercizio di mezzi quali gru gommate che potranno stabilizzare da una parte sui cassoni e dall'altra sulle lastre in c.a.; la sostituzione dovrebbe avvenire limitatamente ai tracciati impegnati dalle gru.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	12	41

Per la protezione al piede dei cassoni sono previsti dei massi guardiani in cls, aventi dimensioni di $2.0 \times 3.0 \times 0.7$ m.

Lungo tutta la darsena sono previste bitte da 100 t e parabordi 1400×700 mm.

Lungo la nuova banchina e nella zona antistante si prevede un dragaggio a quota -12.0 m l.m.m (vedere elaborato grafico B1OOAS105).

Il terrapieno della banchina su cui insisterà il nuovo piazzale verrà realizzato con materiale arido di caratteristiche opportune; il riempimento verrà realizzato per fasi successive, comprendenti ciascuna un periodo di precarico, suddividendo l'area del IV Sporgente in 4 aree di circa $100 \text{ m} \times 150 \text{ m}$.

In particolare, si prevede di realizzare il riempimento del IV sporgente a partire dall'estremità Sud, dove lo strato dei sedimenti compressibili risulta generalmente più spesso. L'operazione sarà resa possibile in quanto il riempimento verrà realizzato dopo la posa ed il rinfianco dei cassoni, avendo a disposizione quindi una efficiente pista di cantiere sul perimetro dell'area da riempire.

Ciascuna fase di riempimento sarà accompagnata dalla messa in opera di assestimetri e, nel caso in cui i risultati dell'analisi dei dati registrati dalla strumentazione messa in funzione o delle prove effettuate in corso d'opera ne richiedessero la necessità, verrà realizzato un precarico (corrispondente al carico di esercizio). Il precarico potrà essere realizzato con il materiale arido destinato alle successive fasi di riempimento e sarà smobilitato una volta esauriti i cedimenti degli strati compressibili; si stima che il precarico possa essere mantenuto per tempi dell'ordine dei 30 giorni, quindi compatibili con i tempi previsti per la realizzazione delle opere.

Per la realizzazione del rilevato di precarico verrà utilizzato materiale arido che troverà la sua destinazione finale all'interno del cantiere (darsena e riempimento calata Nord).

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	13	41

3.1 Aree di intervento

Le aree di intervento sono rappresentate nella Figura 11 e riportate nell'elaborato grafico B10OAS103.

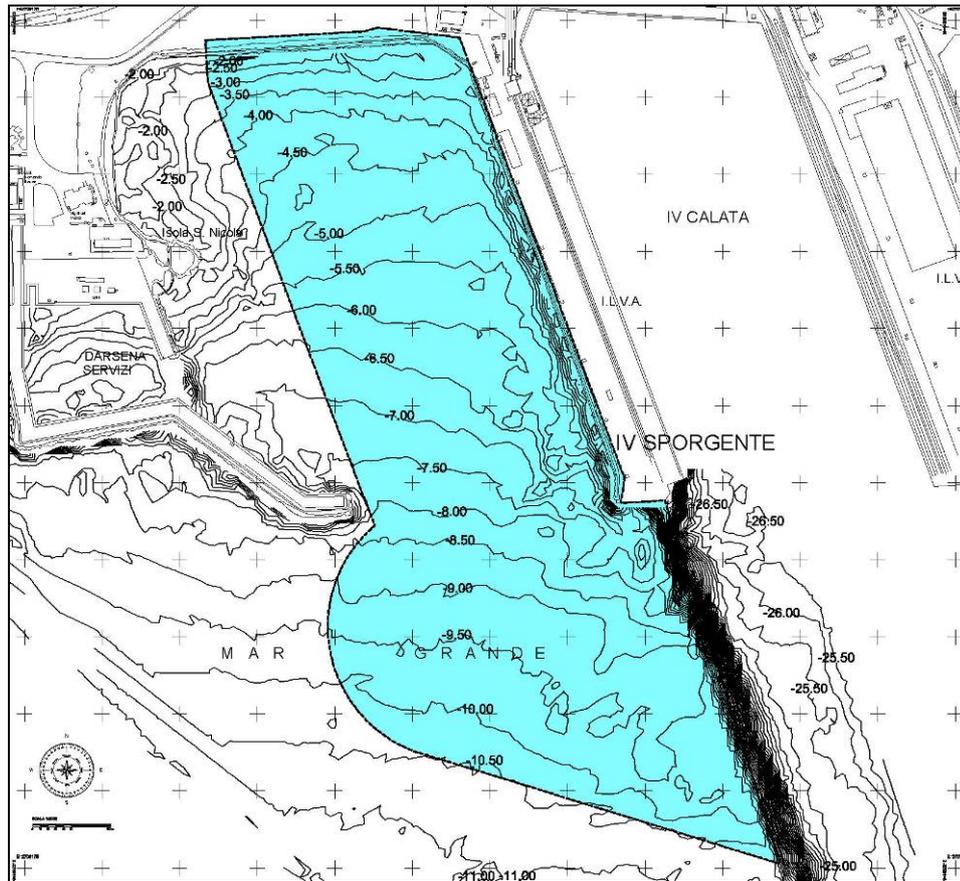


Figura 11 – SPORGENTE - Aree di intervento



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	14	41

3.2 Opere marittime

3.2.1 Dragaggi e terrapieni

E' previsto il dragaggio di tutta l'area antistante lo sporgente in modo da arrivare alla profondità finale di progetto di 12.0 m e sarà effettuato in tre fasi principali.

- 1° fase – scavo canale per trasporto dei cassoni
Nella zona esterna al IV sporgente a partire dalla profondità 10.0 m è necessario scavare un canale di accesso allo sporgente lungo 400 m e largo 35 m alla quota costante di -10.0 m l.m.m., per permettere il trasporto dei cassoni fino alla zona di posa. (rif. Elaborato grafico B1ODRS101).
- 2° fase – scavo imbasamento cassoni
Questa fase prevede il dragaggio di una fascia di 23m di larghezza alla profondità di 14.0 m in modo da permettere la realizzazione dello strato di imbasamento in pietrame di spessore 1.30 m per i cassoni . Il dragaggio è previsto fino alla banchina di riva attuale, con pendenza delle scarpate 1:1 (vedere elaborati grafici B1ODRS101). E' prevista poi una zona di raccordo tra la profondità di 14 m dello sporgente e quella di 9.0 m della darsena.
- 3° fase – dragaggio fondali antistanti lo sporgente
Dopo aver terminato la posa dei cassoni e del rinfiacco in pietrame di pezzatura opportuna (5 ÷ 50 kg) si procederà al dragaggio di tutta l'area antistante i cassoni per un'estensione di circa 190 m fino alla profondità 12.0. E' prevista poi una zona di raccordo tra la profondità -12.0 dello sporgente e quella di -7.0 della darsena (rif. elaborato grafico B1ODRS105).

Il dragaggio del fondale, dalla profondità attuale a quella nominale di progetto di 12.0 m, coinvolge prevalentemente terreni di natura argillosa, ad eccezione dello strato superficiale, costituito da sabbie-limose con contenuto organico localmente elevato. Il deposito di fondale è costituito da un materiale poco gradato in cui si osservano variazioni del contenuto di sabbia tra dal 30% al 75% e di contenuto di fine dal 12% al 65%.

Il materiale proveniente dal dragaggio andrà destinato a discarica autorizzata (se inquinato) o a colmata.

La tecnologia di dragaggio da impiegare sarà scelta in funzione della natura del fondale: presumibilmente si potrà convenientemente utilizzare draghe di tipo aspirante-rifluente munite di disgregatore o del tipo a benna mordente. Quest'ultima tecnologia limita il rimaneggiamento dei limi (sovracconsolidati e con contenuto d'acqua inferiore al limite plastico) ed il relativo peggioramento delle caratteristiche meccaniche.

I terrapieni verranno realizzati con materiale arido di cava di opportune caratteristiche; il riempimento verrà realizzato per fasi successive, suddividendo l'area del IV Sporgente in 4 aree di circa 100 m x 150 m., al termine della quale si procederà per compensare gli eventuali cedimenti. Il riempimento dovrà essere eseguito mediante scarico da terra, in avanzamento con pala meccanica, compattato e rullato al disopra del medio mare (vedere la "Relazione di calcolo pavimentazione" - Allegato B1OOTS002).

La quota finale dei piazzali e delle banchine è pari a +3.00 m s.l.m.m.

Le quantità di materiali in gioco, riportate in modo dettagliato nel computo metrico estimativo, sono riassunte nella tabella sottostante.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	15	41

DRAGAGGI	PIETRA PER SCANNO DI IMBASAMENTO CASSONI E RINFIANCO	TERRAPIENO – PRECARICO (MAT. ARIDO)
m ³	m ³	m ³
1'490'000	177'200	400'000

A fine di permettere la realizzazione di queste opere è stata eseguita l'attività di caratterizzazione ambientale e geotecnica delle aree portuali dei fondali interessati dal progetto in esame. I risultati sono riportati nel progetto di bonifica (Allegato A1ODRA001) e riassunti nelle Tavole O1ODRA101 ÷ Tavole O1ODRA104.

La caratterizzazione fatta dall'ICRAM ha individuato tre tipi di materiali, in funzione delle concentrazioni:

1. materiali inquinati aventi concentrazioni superiori al 90% della CLA-IND del D.M. 471/99 rappresentati nelle tavole con il colore ROSSO, da allontanare a discarica autorizzata, dopo trattamento;
2. materiali parzialmente inquinati aventi concentrazioni superiori al valore di intervento stabilito da ICRAM, ma inferiori al 90% della CLA-IND del D.M. 471/99, rappresentati nelle tavole con il colore GIALLO. Questi sedimenti sono suscettibili di essere trattati e poi portati in vasca di colmata;
3. materiali non inquinati, aventi concentrazioni inferiori al valore di intervento stabilito da ICRAM, rappresentati nelle tavole con il colore VERDE.

Sono stati così stimati i volumi per ogni tipologia di sedimento e sono stati riassunti nella tabella sottostante:

Materiale dragato			
Tipo	Quantità (m³)	Tipo di draga	Destinazione
Rosso	8'665	meccanica	Discarica
Giallo + verde	288'858	meccanica	Vasca di colmata
Verde (molle)	194'457	Aspirante refluyente/ Meccanica	Vasca di colmata
Argilla	997'886	Meccanica / Aspirante refluyente	Sito opportuno

Materiale inquinato - ROSSO

Per quanto riguarda il progetto del IV Sporgente, dalla mappatura ICRAM e indagini integrative risulta che il volume di materiali inquinati da conferire a discarica autorizzata ammonta a circa 8'665 m³. Tale volume comprende tutti i materiali ricadenti all'esterno del terrapieno e quelli a tergo dei cassoni: non verrà effettuato uno scavo selettivo ma sarà rimosso e trattato tutto il materiale soprastante il livello identificato come "rosso", indipendentemente dal fatto che l'analisi geostatistica lo identificasse come "giallo" o "verde". Per quanto riguarda il materiale da rimuovere si prevede di effettuare un escavo con mezzo meccanico ed un trattamento di soil-washing prima di procedere al trasporto con adeguati mezzi a discarica autorizzata.

Materiale parzialmente inquinato – GIALLO + VERDE

Questo materiale si trova distribuito nel fondale dello specchio di mare compreso tra la calata di riva e la parallela a questa alla distanza di circa 400 m. Nel complesso si stima che all'interno di tale area, non potendosi operativamente effettuare una rigorosa selezione del materiale, sia opportuno prelevare uno strato di due metri per tutta l'area definita sopra. Un'altra area parzialmente inquinata si trova nella zona centrale del bacino di evoluzione. Inoltre sarà rimosso tutto il materiale soprastante il livello identificato come "giallo", indipendentemente dal fatto che l'analisi geostatistica lo identificasse come "verde". Nel complesso il volume di materiale parzialmente inquinato è pari a circa 288.858 m³. Tale materiale sarà scavato con draghe idrauliche aspiranti-rifluenti.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	16	41

Materiale non inquinato – VERDE (sciolto e Argilla)

La parte restante dei materiali da dragare (pari a 1'192'343 m³), come risulta dalla caratterizzazione ICRAM, non è inquinato.

Pertanto, una volta rimosso il materiale inquinato (ROSSO) e parzialmente inquinato (GIALLO) verrà effettuato l'escavo del vano dei cassoni di banchina con benna mordente (volume pari a 249'000 m³).

Del restante materiale, un volume pari a 194'457 m³ (materiale "sciolto"), verrà portato in vasca di colmata dopo essere stato rimosso con draghe idrauliche aspiranti-rifluenti.

Il restante materiale (argilla di Taranto) verrà scavato con mezzi meccanici e trasportato a deposito in sito opportuno per il recepimento di tali materiali.

Formazione e rimozione precarico

Nel caso fosse necessario, il precarico verrà realizzato con il materiale arido destinato alle successive fasi di riempimento e sarà smobilitato una volta esauriti i cedimenti degli strati compressibili; si stima che l'eventuale precarico possa essere mantenuto per tempi dell'ordine dei 30 giorni, quindi compatibili con i tempi previsti per la realizzazione delle opere.

Il materiale utilizzato per l'ultima fase di precarico verrà collocato interamente in aree di riempimento per le quali non è previsto precarico (darsena e riempimento calata Nord).

3.2.2 Banchina a cassoni

L'area banchinata dello sporgente è strutturalmente costituita da una serie di cassoni cellulari prefabbricati e da una sovrastruttura gettata in opera.

La posa del cassone è prevista a quota -12.70 m l.m.m. su uno scanno di pietrame (5 ÷ 50 kg) imbasato a quota -14.0 m l.m.m. e quindi con uno spessore di 1.3 m. Tenendo conto dello spessore del solettone di fondo, che è di 0.70 m, la profondità utile al piede della banchina risulterà essere di 12.0 m.

La quota di sommità degli elementi prefabbricati è +1.0 m s.l.m.m., mentre lo spessore del getto di seconda fase per la realizzazione della sovrastruttura (o trave di coronamento) è di 2 m. La quota della banchina risulta quindi a +3.0 m s.l.m.m..

La larghezza dei cassoni in sommità è pari a 12.84 m.

Dietro ai cassoni è previsto un rinfilo in pietrame di pezzatura opportuna (5 ÷ 50 kg), avente una larghezza di 6.50m s.l.m.m. alla quota +1.0m per permettere il passaggio dei mezzi di cantiere; la pendenza lato terrapieno è pari a 4:3, su cui è posato uno strato di geotessile. Al di sopra è previsto del materiale arido di riporto. Il resto della colmata verrà riempito con materiale arido di cava di opportune caratteristiche.

La pavimentazione prevista è di tipo flessibile ed è costituita da blocchetti in cls (masselli autobloccanti alti 10cm), strato di posa in sabbia (5cm), strato di conglomerato bituminoso di 5cm, misto stabilizzato, per uno spessore complessivo di 300 cm. La pavimentazione poggia su un sottofondo costituito da ulteriori 50 cm di tout-venant.

L'eventuale sostituzione della pavimentazione con lastre in c.a., limitatamente ai tracciati operativi, potrà permettere il transito e l'esercizio sul piazzale di gru gommate.

La sezione tipo dei cassoni lato terrapieno è rappresentata nella Figura 12 e nella Tavola B100AS201. Il piede del cassone è protetto con un masso guardiano in cls di dimensioni 2.0 × 3.0 × 0.70 m.

Si prevede una distanza planimetrica fra due cassoni di 10 cm per tener conto della tolleranza di posa e pertanto fra un cassone e l'altro sono previsti giunti con calza in geotessuto riempita con inerte.

La lunghezza dei cassoni prefabbricati tipo è di 29.48 m, la larghezza del fusto è di 12.84 m, mentre quella del solettone di fondo è di 15.84 m (1.5 m di solettone a mensola sia sul lato darsena che sul lato terrapieno).

Il volume interno del cassone è suddiviso in 8 celle per 3 celle, le cui dimensioni planimetriche sono 3.41 × 3.88 m.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	17	41

Le caratteristiche geometriche dei cassoni prefabbricati sono riportate più dettagliatamente nella “Relazione di calcolo dei cassoni” (Allegato B10OAS006) e rappresentate nella Tavola B10OAS401.

Nella parete lato mare sono previste delle celle antiriflettenti, realizzate mediante fori circolari, per smorzare il moto ondoso incidente e diminuire l’agitazione interna al bacino.

Le celle sono riempite di materiale di caratteristiche opportune, avente un peso specifico saturo di almeno 21kN/m^3 per garantire la stabilità globale dei cassoni. Il livello di zavorra previsto h_z è pari a:

- $h_z = 10\text{ m}$ per le celle perimetrali della parete forata (lato darsena), che include un tappo di cls di 1.50 m di spessore per prevenire l’asportazione del materiale di zavorra.
- $h_z = 12.8\text{ m}$ per le celle centrali e perimetrali (lato terrapieno);

Sono previsti inoltre tre cassoni speciali di dimensioni minori per la chiusura della testata dello sporgente, aventi le seguenti dimensioni: 25.87 m di lunghezza e 12.84 m di larghezza del fusto (15.84 m per il solettone di fondo); il volume interno è suddiviso in $7\text{ celle} \times 3\text{ celle}$, le cui dimensioni planimetriche sono $3.41 \times 3.88\text{ m}$.

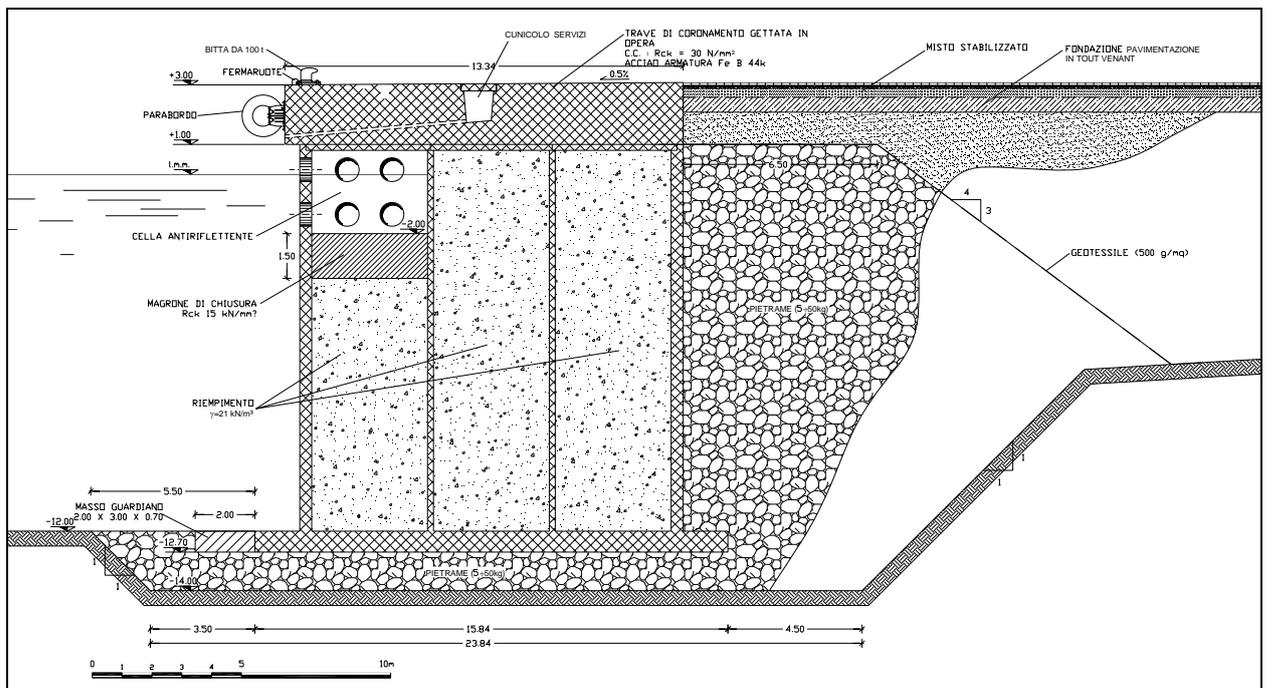


Figura 12 – Sezione corrente della banchina del IV sporgente

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	18	41

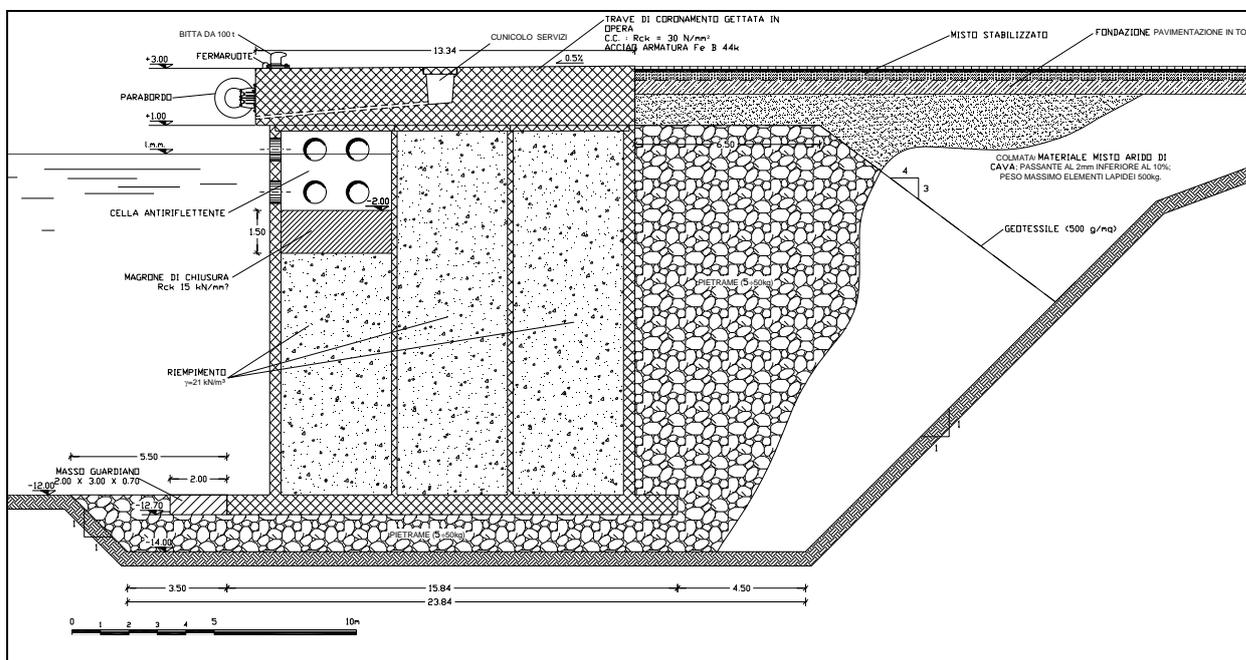


Figura 13 – Sezione tipo della banchina di riva

La pianta e il prospetto della banchina con alcuni dettagli costruttivi e i particolari della banchina sono riportati nella Tavola B10OAS201.

3.2.2.1 Analisi dei carichi

Nelle verifiche di stabilità sono stati utilizzati i carichi qui di seguito riportati, analizzati in modo più dettagliato nella “Relazione di calcolo cassoni” (Allegato B10OAS006):

- peso proprio;
- zavorre;
- sovrastruttura;
- spinte idrostatiche;
- spinta delle terre;
- sovraccarichi sui piazzali;
- carico dovuto alle navi – tiro di bitta;
- carico della gru;
- moto ondoso

La metodologia impiegata per il calcolo delle azioni dell’onda sul cassone è contenuta nelle “Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti” edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996). Il calcolo delle sovrappressioni indotte dalla cresta e dal cavo d’onda è eseguito con la teoria di Sainflou, valida per strutture a parete verticale in condizione di onda non frangente, che rappresenta il caso in questione poiché i fondali in corrispondenza del piede dei cassoni risultano superiori a 1.5 volte l’altezza d’onda incidente.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	19	41

3.2.2.2 Verifiche di stabilità nautica in galleggiamento e affondamento

I cassoni prefabbricati sono stati verificati durante le fasi di galleggiamento e affondamento.

Per verificare la stabilità iniziale al galleggiamento del cassone è sufficiente che l'altezza metacentrica w sia maggiore di 0 ($w = \rho - a > 0$). Per le verifiche di stabilità dei cassoni, tuttavia sono stati adottati valori minimi di sicurezza per l'altezza metacentrica pari a:

- $w > 0.50$ m in fase di trasporto
- $w > 0.30$ m in fase di affondamento

Nella Tabella 1 sono riassunte le caratteristiche in galleggiamento e i risultati delle verifiche di stabilità durante le fasi di galleggiamento e affondamento.

Cassone	Dimensioni base	Peso cassone vuoto	Pescaggio	Zavorra solida in gallegg.	Δz in gallegg	Δh acqua per affond.
celle	$B \times L$	kN/m	m	m	m	m
3×8	15.84×29.48	1040.7	8.80	0.60	0.57	4.30
3×7	15.84×25.87	1051.7	8.83	0.50	0.55	3.15

Tabella 1 – Risultati verifica di stabilità

Affinché sia garantita la stabilità in galleggiamento durante il trasporto ($\Delta z > 0.50$ m), è necessario versare della zavorra solida ($\gamma_z = 21$ kN/m³).

Affinché il cassone raggiunga la quota dello scanno di imbasamento posta a -12.70 m l.m.m. è necessario pompare nelle celle zavorra liquida (Δh acqua = livello dell'acqua dal fondo del cassone).

E' stata inoltre verificato che durante l'affondamento il cassone avesse in ogni momento $\Delta z > 0.30$ m, pertanto la stabilità è garantita.

Le verifiche di stabilità nautica sono riportate in modo dettagliato nella "Relazione di calcolo cassoni" (Allegato B10OAS006).

3.2.2.3 Verifica di stabilità allo scorrimento e al ribaltamento

Le verifiche di stabilità del sistema struttura – terreno sono effettuate con riferimento al metodo semiprobabilistico agli stati limiti, così come riportato negli Eurocodici EC7 e EC8. In particolare, sono considerati gli *stati limiti ultimi*, che sono quelli associati al collasso della struttura o dell'insieme terreno – struttura.

Le verifiche sono condotte secondo il *Metodo dei coefficienti di sicurezza parziali* e seguendo l'approccio progettuale DA1-C2 ("*Design Approach 1 – Combination 2*", come previsto dalla normativa europea), nel quale i coefficienti parziali sono applicati alle caratteristiche di resistenza dei terreni e ad eventuali azioni variabili.

Sono state effettuate le seguenti verifiche di sicurezza:

- verifica di sicurezza contro il collasso per scorrimento del cassone
- verifica di sicurezza contro il collasso per il ribaltamento del cassone;
- verifiche geotecniche di capacità portante e di stabilità all'equilibrio limite globale.

Nella seguente tabella sono riassunti i risultati delle verifiche allo scorrimento e al ribaltamento in termini di fattori FS di sicurezza nelle condizioni statiche (assenza di sisma) e in presenza di sisma; le verifiche devono fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.00.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	20	41

CONDIZIONI				
Cassone	Assenza di sisma		Presenza di sisma	
	FS_{slitt}	FS_{rib}	FS_{slitt}	FS_{rib}
3 × 8	1.48	1.90	1.09	1.49
3 × 7	1.48	1.90	1.10	1.49

Tabella 2 Risultati delle verifiche di stabilità allo scorrimento e ribaltamento

Le verifiche di stabilità allo scorrimento e al ribaltamento (con tutte le ipotesi di calcolo, l'analisi dei carichi e i calcoli) sono riportate in modo dettagliato nella "Relazione di calcolo cassoni" (Allegato B10OAS006).

3.2.2.4 Verifica di stabilità globale

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte mediante l'ausilio di STAP 9.0, un programma agli elementi finiti, che utilizza il metodo di Bishop semplificato; si è fatto riferimento alla Normativa vigente, con particolare riferimento al Testo Unico – Norme tecniche per le costruzioni del 30/03/2005. Le verifiche devono fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.00.

Nella tabella seguente sono riportati, fra tutte le superfici analizzate, i coefficienti di sicurezza minimi e massimo trovati per le superfici critiche in condizioni di rare (condizioni di progetto con sisma).

Metodo	Nr superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
BISHOP	882	1.038	1	2.984	441

Sono state inoltre effettuate, sempre con l'ausilio del programma STAP 9.0, due verifiche di stabilità in condizioni transitorie (in assenza di sisma):

- stabilità dello scavo a -14m l.m.m., prima della posa dei cassoni, in termini di tensioni efficaci e in presenza di falda;
- stabilità del complesso cassone-terreno con precarico a + 6.50m s.l.m.m, in termini di tensioni efficaci e in presenza di falda.

In entrambi i casi, i coefficienti di sicurezza minimi ottenuti per le superfici critiche sono risultati > 1.0 e pertanto la stabilità è garantita.

Le verifiche di stabilità globale sono riportate in modo dettagliato nella "Relazione di calcolo cassoni" (Allegato B10OAS006).

3.2.2.5 Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato effettuato utilizzando la stratigrafia di progetto e i parametri geotecnici riportati nella "Relazione geologica e geotecnica" (Allegato B10OAS002). I cedimenti sono stati stimati per la sezione della banchina del IV sporgente, da realizzare su un fondale di progetto di -12 m s.m.m., rivolta verso SW e prossima alla testata.

I carichi agenti sono stati valutati tenendo conto della geometria del cassone e delle fasi di posa dello stesso, nonché del riempimento a tergo.

Il calcolo dei cedimenti è stato condotto mediante l'utilizzo del codice di calcolo agli elementi finiti PLAXIS per valutare gli spostamenti totali dovuti alle diverse fasi di realizzazione, i cedimenti indotti sul piano di posa della pavimentazione e i cedimenti derivanti dai sovraccarichi.

I cedimenti massimi in fase di costruzione si hanno in corrispondenza del piano di posa della pavimentazione (localizzati nella zona immediatamente a tergo del cassone) e sono dell'ordine dei 9 cm.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	21	41

Nel calcolo dei cedimenti in fase di esercizio dovuti ai sovraccarichi si sono considerate due diverse situazioni di carico:

- IPOTESI 1: sovraccarico accidentale uniformemente ripartito (semipermanente), pari a $q = 30 \text{ kN/m}^2$ all'interno della zona di scarico della gru e pari a $q = 50 \text{ kN/m}^2$ all'esterno;
- IPOTESI 2: carico concentrato dovuto al peso Di una gru (3400kN distribuiti sulla lunghezza del cassone: $3400/29.48 = 113\text{kN/m}$).

I cedimenti del cassone nell'ipotesi di carico 1 sono dell'ordine dei 10 mm; nell'ipotesi di carico 2 (carico lineare che simula il passaggio della gru) il cedimento massimo può essere stimato dell'ordine dei 2 mm.

Il calcolo dei cedimenti dei cassoni è riportato in modo dettagliato nella "Relazione di calcolo cassoni" (Allegato B10OAS006).

3.2.2.6 Arredi dei cassoni

Lungo tutta la banchina dello sporgente sono state previste 29 bitte in ghisa sferoidale da 100 t e 56 parabordi in gomma $1400 \times 700 \text{ mm}$ ($L = 2.0 \text{ m}$) e 1 parabordo d'angolo in gomma $1400 \times 700 \text{ mm}$ ($L = 1.0 \text{ m}$). Per il dimensionamento dei parabordi e delle bitte si rimanda alla "Relazione di calcolo arredi" (Allegato B10OAS005). Sono previste inoltre delle scalette "alla marinara".

Per i dettagli e particolari degli arredi si fa riferimento agli elaborati grafici B10OAS801 e B10OAS 803.

3.2.3 *Opere provvisionali*

In corrispondenza della testata del IV sporgente si dovranno realizzare delle opere provvisionali per provvedere al sostegno della banchina esistente, fondata su una profondità di 5 m, durante la preparazione del piano di fondazione e la posa dei nuovi cassoni, per la realizzazione dei quali si richiede per lo scavo di imbasamento una profondità provvisoria di dragaggio di 14 m.

Nell'analisi sono state considerate le diverse fasi di realizzazione dell'opera di sostegno provvisoria (Figura 14):

- infissione della palanca fino alla profondità di 25 m;
- scavo dei primi 5 m di terreno costituito dal deposito di fondale e da argilla di Taranto (da -5.0 m l.m.m. a -10.0 m l.m.m.);
- scavo dei rimanenti 4 m di terreno costituito da argilla di Taranto (da -10.0 m l.m.m. a -14.0 m l.m.m.) fino alla quota di imbasamento dei nuovi cassoni.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	22	41

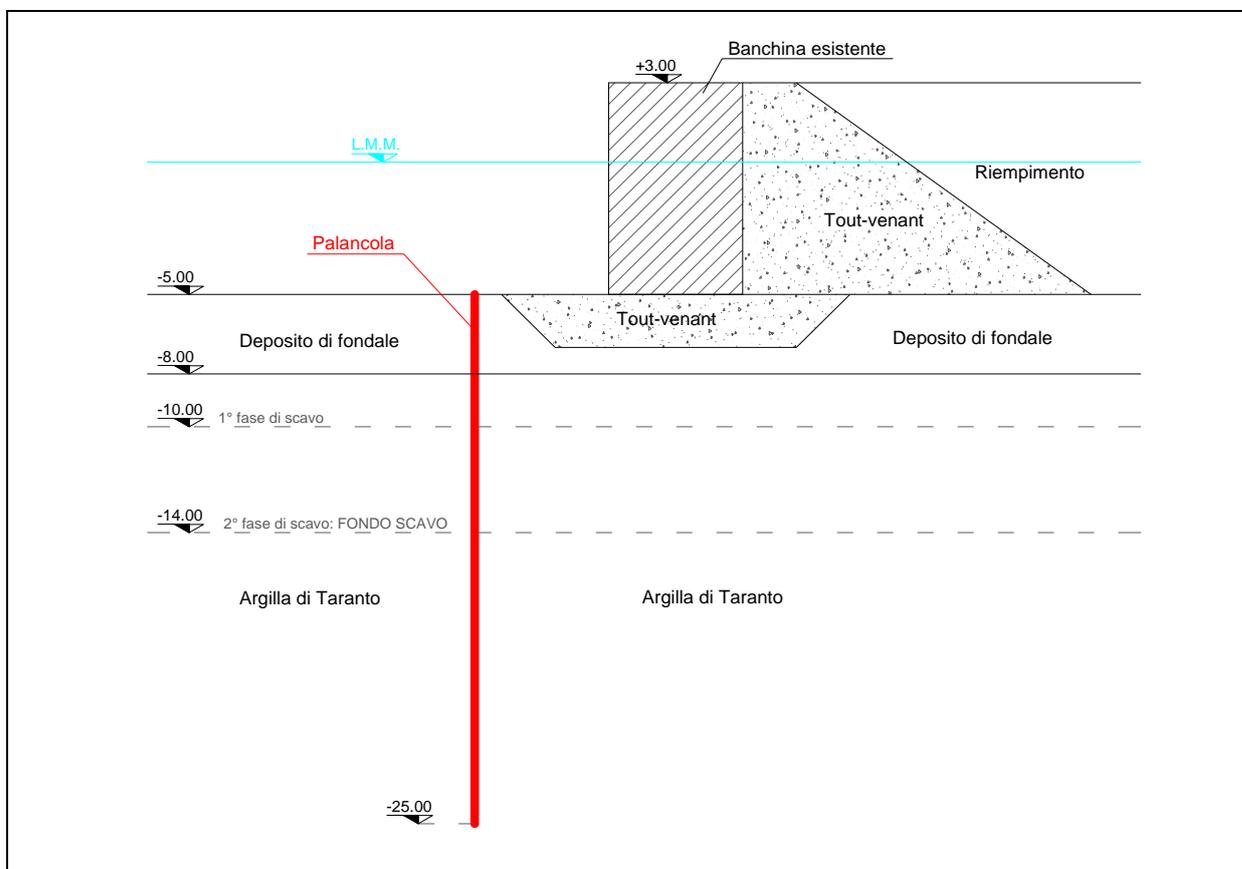


Figura 14 – Schema della sezione considerata per la modellazione condotta sulle opere provvisionali

L'analisi mediante il codice di calcolo PLAXIS è stata condotta al fine di valutare gli spostamenti totali dovuti alle diverse fasi di realizzazione e le sollecitazioni sulla palancola, indotti dalle fasi di scavo.

I cedimenti maggiori si verificano a ridosso della banchina esistente (circa 25 cm), mentre per quanto riguarda la palancola i cedimenti maggiori si verificano, com'è ragionevole supporre, in testa alla stessa e sono dell'ordine di 20 cm. La profondità di infissione della palancola, pari a 11 m, è invece in grado di garantire l'incastro alla base della stessa.

La schematizzazione della palancola utilizzata nel modello ha permesso di calcolare, oltre ai cedimenti dell'opera di sostegno, le sollecitazioni agenti ed, in particolare, il diagramma dei momenti flettenti. Ne risulta, pertanto, un valore di momento massimo pari a circa 520 kNm.

Con riferimento ad un profilo commerciale del tipo PU 32 (vedere Figura 15), considerando un acciaio da palancole S390GP con σ_{adm} pari a 260 N/mm², risulta che il profilo in questione è in grado di sopportare un momento massimo pari a circa 830 kNm, che risulta ampiamente superiore ai 520 kNm, ricavati dalla simulazione.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	23	41

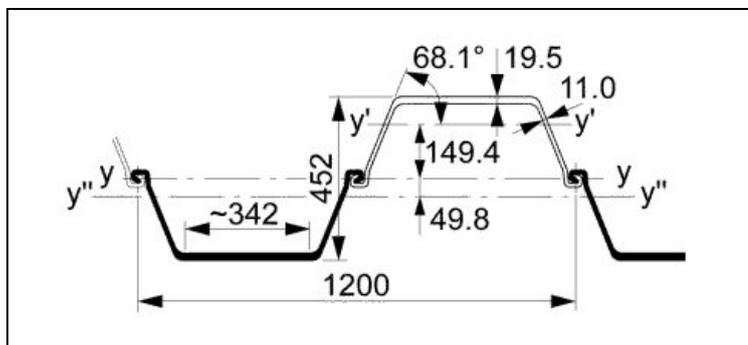


Figura 15 – Palancolato provvisorio: palancole di tipo PU 32

Per i calcoli del palancolato provvisorio si rimanda alla Relazione di calcolo strutture (Allegato B1OOTS001); le caratteristiche geometriche e i dettagli costruttivi sono rappresentati nella Tavola B1OOAS804.

3.3 Opere a terra

3.3.1 Piazzali

La sequenza di realizzazione prevede che il piazzale, una volta terminato, sia costituito dai seguenti elementi:

- riempimento dal fondo a circa +2.0 m s.l.m.m., eseguito con materiale arido da cava;
- pacchetto di pavimentazione flessibile, da +2.0 a +3.0 m s.l.m.m. compreso uno strato 0.50 m di tout-venant.

Il terreno di riempimento, come descritto nel par 3.2.1 è costituito dal materiale arido di cava di opportune caratteristiche. Il tutto sarà posto in opera, in avanzamento da terra con pala meccanica.

Il pacchetto di pavimentazione adottato per il nuovo piazzale del molo IV sporgente può essere assimilato alle pavimentazioni di tipo “flessibile” e prevede una pavimentazione così costituita:

- pavimentazione in blocchetti: spessore 10 cm;
- strato di base: spessore 5 cm;
- conglomerato bituminoso: spessore 5 cm;
- strato in misto stabilizzato: spessore 30 cm
- strato in tout venant: spessore 50 cm,

Per i calcoli e le verifiche della pavimentazione si rimanda alla “Relazione di calcolo pavimentazione” (Allegato B1OOTS002).

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	24	41

3.4 Impianti

Sono previsti i seguenti impianti a servizio delle nuove strutture portuali:

- Impianto elettrico;
- Impianto idrico di scarico delle acque meteoriche;
- Impianto antincendio.

Nei paragrafi successivi sono riassunte le caratteristiche dei diversi impianti e sono riassunti i calcoli e le verifiche effettuati per il loro dimensionamento, mentre per il calcolo dettagliato e i particolari degli impianti si rimanda alle relazioni tecniche specialistiche e ai relativi elaborati grafici.

Le interferenze impiantistiche e i particolari del superamento delle interferenze impiantistiche sono riportate nelle Tavole B100TI107 e B100TI108.

3.4.1 Impianto elettrico

Per la progettazione dell'impianto elettrico relativo all'ampliamento del IV sporgente si è fatto riferimento a un'utenza alimentata dall'Ente erogatore in media tensione (20 kV) e distribuita attraverso propria cabina di trasformazione MT/bt (20/0,4 kV).

Il presente progetto ha riguardato i seguenti interventi:

- nuova cabina di trasformazione MT/bt per l'alimentazione delle utenze dell'ampliamento del IV sporgente;
- apparecchiature installate nei quadri elettrici media tensione (Q.M.T.) e bassa tensione (Q.b.t.);
- linee di alimentazione dell'impianto di illuminazione, del gruppo di pompaggio, dell'impianto antincendio;
- linee di alimentazione impianto di drenaggio e captazione acque meteoriche;
- impianto di illuminazione
- impianto di terra;
- l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

Gli interventi previsti dal presente progetto rispondono alle disposizioni del DPR 27/04/55 n° 547, alla Legge 1/3/68 n° 186, alla Legge 5/3/90 n° 46, DPR 6/12/91 n° 447 e successivo DL 19/09/94 n° 626 riguardano il quadro elettrico media tensione (Q.M.T.), il quadro elettrico bassa tensione (Q.b.t.), le linee di alimentazione dell'impianto di illuminazione, delle pompe antincendio e dell'impianto captazione acque meteoriche.

3.4.1.1 Consistenza e tipologia di installazione

Impianto elettrico – distribuzione principale media tensione

Nel locale dove avverrà la ricezione dell'energia in media tensione (20 kV), la linea in cavo, in corda di rame rivestita con guaina in gomma EPR, tensione di isolamento 30 kV, formazione $3 \times 1 \times 95 \text{ mm}^2$, tipo RG7 H1R/30, alimenterà uno scomparto metallico di tipo protetto contenente un sezionatore a vuoto, $V_n = 24 \text{ kV}$, $I_n = 400 \text{ A}$, P.I. = 16 kA.

A valle del sezionatore rotativo di media, nello stesso scomparto, sarà installato un interruttore automatico in esafloruro di zolfo $I_n = 630 \text{ A}$, $I > = 150 \text{ A}$, $I >> = 600 \text{ A}$, P.I. = 16 kA, collegato, attraverso una bobina di sgancio, ad un pulsante di emergenza, installato sul quadro di bassa tensione (Q.b.t.)

L'interruttore sarà interbloccato con blocco a chiave con il sezionatore di cui sopra, in modo tale che possano essere manovrati solamente dopo una successione di operazioni.

A valle dell'interruttore di cui sopra sarà installato uno scomparto metallico di tipo protetto contenente un sezionatore rotativo sottocarico, $V_n = 24 \text{ kV}$, $I_n = 400 \text{ A}$, P.I. = 16 kA, completo di fusibili di protezione, $V_n = 24$



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	25	41

kV, $I_{n\text{fuse}} = 40$ A, P.I. = 31,5 kA, collegato, attraverso una bobina di sgancio, ad un pulsante di emergenza, installato sul quadro di bassa tensione (Q.b.t.).

Il sezionatore rotativo sarà interbloccato meccanicamente e con blocco a chiave con un sezionatore a lame di terra, installato nello stesso scomparto, in modo tale che i due dispositivi possano essere manovrati solamente dopo una successione di operazioni.

A valle del sezionatore partirà una corda di rame rivestita con guaina in gomma EPR, tensione di isolamento 30 kV, formazione $3 \times 1 \times 35$ mm², tipo RG7 H1R/30, la quale alimenterà in uno scomparto metallico di tipo protetto (adatto ad ospitare un trasformatore fino a 1600 kVA) un trasformatore MT/bt, in resina, di tipo triangolo-stella, Dyn11, avente potenza nominale $A_n = 630$ kVA, $V_1 = 20$ kV, $V_2 = 400$ V, $V_{cc\%} = 6\%$.

A fianco dello scomparto contenente il sezionatore e dello scomparto contenente il trasformatore sarà lasciato lo spazio necessario per l'installazione di un'ulteriore protezione in media tensione e di un trasformatore (massimo 1600 kVA); i due trasformatori non funzioneranno in parallelo ma verranno utilizzati il primo per l'alimentazione dei circuiti di servizio (luce, forza motrice, impianto antincendio e impianto captazione acque meteoriche), mentre il secondo per l'alimentazione delle eventuali gru di banchina

Impianto elettrico – distribuzione principale bassa tensione

Dal secondario del trasformatore (vedi schema elettrico unifilare allegato), lato bassa tensione, sarà derivata una linea in cavo, formazione 3F+N+PE, sigla FG7 R, avente sezione $3(3 \times 1 \times 240) + N2 \times 240 + PE1 \times 120$ mm², che andrà ad alimentare un interruttore, automatico magnetotermico, quadripolare, installato nel quadro bassa tensione (Q.b.t.), $I_n = 400 \div 1000$ A, $I_{ntar} = 900$ A, P.I. = 50 kA, collegato, attraverso una bobina di sgancio, ad un pulsante di emergenza, posto all'esterno del locale cabina.

A monte dell'interruttore generale di bassa tensione sarà derivata una linea in cavo, formazione 3F+N+PE, avente sezione 16 mm², che andrà ad alimentare un interruttore, automatico magnetotermico, quadripolare, differenziale, $I_n = 44,1 \div 63$ A, $I_{ntar} = 63$ A, $I_{dtar} = 1$ A e P.I. = 25 kA a protezione del quadro pompe antincendio.

A valle dell'interruttore generale di bassa tensione saranno derivate tutte le linee di alimentazione sopra indicate, protette da idonei apparecchi di protezione e comando, opportunamente dimensionati e coordinati con la propria conduttura di alimentazione, così come previsto dalle normative (vedi schema elettrico unifilare allegato).

Il sistema elettrico è classificato dalle norme di prima categoria, con propria cabina di trasformazione (sistema TN-S con conduttore di neutro e di protezione separato, Norme CEI 64-8).

Impianto di illuminazione generale

Per l'illuminazione del molo del IV sporgente saranno installati corpi illuminanti tipo proiettore, in alluminio verniciato, fissati su torre portafari $h = 35$ m, aventi grado di protezione minimo IP65, completi di lampada a scarica di gas, tipo sodio alta pressione da 2×400 W

Per l'illuminazione della banchina del IV sporgente saranno installati corpi illuminanti tipo proiettore, in alluminio verniciato, fissati su pali $h = 13$ m, aventi grado di protezione minimo IP65, completi di lampada a scarica di gas, tipo sodio alta pressione da 2×400 W.

Impianto di terra

L'impianto di terra sarà eseguito in conformità della normativa CEI di competenza (CEI 64-8 e CEI 11-1).

Saranno posati, sotto il basamento della cabina di trasformazione MT/bt, cinque dispersori del tipo a croce in acciaio zincato, collegati tra di loro attraverso una corda di rame nuda, avente sezione 50 mm², che sarà riportata sul polo di terra, installato nel locale cabina, a cui saranno riportati tutti i collegamenti equipotenziali, il collegamento in uscita dal centro-stella del trasformatore, il collegamento di terra con il quadro di bassa tensione (Q.b.t.) ed il collegamento alla rete elettrosaldata installata al di sotto della pavimentazione del piazzale; dal polo partirà anche una corda di rame nuda, avente sezione 50 mm², che sarà posata in tutti i cunicoli di servizio predisposti; dal polo inoltre partirà l'impianto di protezione della zona in oggetto.

Esso sarà costituito da conduttori in rame rivestiti con guaina in PVC di colore giallo/verde, viaggeranno insieme alle condutture di alimentazione ed avranno sezioni idonee in tutti i rami di riporto e di infittimento così come indicato nella Norma CEI 64-8.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	26	41

Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Considerando che l'impianto si trova in una zona orografica ad alto rischio si dovrà prevedere l'installazione di scaricatori, opportunamente coordinati con il ramo dell'impianto, collegati all'inizio nel quadro elettrico generale onde evitare che una fulminazione indiretta possa colpire l'impianto elettrico e, soprattutto, per proteggere le apparecchiature ad esso collegate.

Nel nostro caso si dovrà prevedere a valle dell'interruttore automatico magnetotermico generale, installato nel quadro elettrico di bassa tensione (Q.b.t.), uno scaricatore, quadripolare, di categoria B+C con corrente transitoria di scarica massima 10/350 pari a 35 kA, tensione nominale $V_n = 400$ V, collegato con conduttori in rame, rivestiti con guaina in PVC, aventi sezione minima 25 mm².

3.4.2 Impianto idrico di scarico delle acque meteoriche

L'area di intervento è stata suddivisa in sei sottoaree afferenti ad altrettante vasche di prima pioggia ognuna accompagnata da gruppo disoleatore e da collettore principale di scarico perpendicolare alla linea di mare. La rete di drenaggio costituita da condotta in cemento armato autoportante rivestita avente diametro $\Phi = 600$ mm e lunghezza complessiva di circa 2561 m. È stato inoltre curato l'aspetto delle interferenze in particolare con il cunicolo dei servizi, con la fondazione della rotaia di scorrimento della gru, con l'ingombro dei cassoni e con lo spessore della pavimentazione in cemento prevista a monte dei cassoni.

Nel tratto terminale dei sei collettori principali sono previsti la vasca di prima pioggia e relativi disoleatore e pozzetto di bypass, con successivo scarico delle acque di seconda pioggia a mare. L'allontanamento dei rifiuti liquidi risultanti dalla disoleatura delle acque di prima pioggia verrà effettuato tramite automezzi dotati di pompa di spurgo.

In totale si prevedono 34 pozzetti di ispezione e 127 pozzetti caditoia.

La metodologia di valutazione adottata prevede inizialmente un'analisi idrologica volta alla determinazione della portata di acqua meteorica che, con tempo di ritorno $T = 10$ anni, defluisce all'interno della rete di drenaggio.

Una successiva analisi idraulica in moto uniforme permette di verificare l'idoneità della tubazione in progetto.

3.4.3 Impianto antincendio

Ai fini di una corretta protezione dell'area di ampliamento definita IV sporgente verrà realizzato un impianto di spegnimento a rete di idranti DN 70 sottosuolo.

La rete di tubazioni componenti l'impianto è stata progettata ad anello al fine di consentire all'impianto stesso di erogare le prestazioni richieste anche nella situazione in cui una tratta di condotte venga sezionata.

Le tubazioni componenti l'impianto saranno del tipo in polietilene ad alta densità del tipo PE 100 PN 16.

L'impianto verrà alimentato da idonea stazione di pompaggio composta da una elettropompa principale, una motopompa diesel di emergenza, avente le medesime prestazioni dell'elettropompa principale, e da una elettropompa pilota, adibita al mantenimento della pressione all'interno dell'impianto.

Il gruppo di pompaggio antincendio sarà del tipo a funzionamento soprabattente, pertanto all'interno del locale gruppo di pompaggio dovrà essere installato idoneo serbatoio di adescamento della capacità complessiva non inferiore a 1000 l; il serbatoio di adescamento verrà rinalzato da linea derivata dall'acquedotto pubblico.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	27	41

L'impianto utilizzerà come alimentazione idrica l'acqua di mare, la quale verrà convogliata verso l'impianto mediante idonea presa a mare, costituita da una tubazione di aspirazione per ogni pompa principale e dai seguenti dispositivi:

- filtro;
- valvola di non ritorno;
- dispositivo anticavitazione.

La UNI 9490 consente l'uso dell'acqua di mare a condizione che sia limitato alla fase di spegnimento mentre in fase di riposo l'impianto dovrà essere riempito di acqua dolce. Dopo ogni utilizzo l'intero impianto dovrà essere lavato con acqua dolce (UNI 9490 punto 4.2.2) e l'operazione di lavaggio dovrà essere effettuata anche dopo la fase di primo avviamento e collaudo.

A questo riguardo il gruppo di pompaggio antincendio dovrà essere costituito da apparecchiature, valvolame, collettori e raccorderie in acciaio AISI 316 o leghe compatibili.

Essendo l'impianto costituito da idranti sottosuolo dovranno essere installati in posizione facilmente raggiungibile idonei armadi contenenti le manichette flessibili uni 70, le lance di erogazione e le chiavi di manovra per l'apertura della valvola d'intercettazione del complesso idrante.

Il locale gruppo di pompaggio dovrà essere sufficientemente ventilato per evitare il surriscaldamento dei motori delle pompe durante il funzionamento.

Le normative di riferimento sono:

- UNI 10779:2002 (impianto a rete di idranti);
- UNI 9490 (Alimentazione idrica e gruppo di pompaggio);
- CEI (impianti elettrici).

Inoltre tutte le apparecchiature impiegate (tubazioni, valvolame, idranti, attacchi motopompa VV.FF. etc.) dovranno essere conformi alle norme UNI e/o ISO.

L'alimentazione idrica dovrà possedere le seguenti prestazioni minime:

- *Portata: 1200 l/min;*
- *Pressione: 6 bar;*
- *Potenza elettrica elettropompa principale: 18÷22 kW.*

L'impianto antincendio risulta così costituito (rif. "Impianto antincendio - distribuzione planimetrica", tavola B100TI101):

- 1 cabina
- 30 idranti DN70 sottosuolo
- 2 armadi attrezzatura A.I.
- 1 attacco VV F
- 7 valvole di intercettazione

Le caratteristiche delle apparecchiature componenti l'impianto, i calcoli per il dimensionamento della rete idranti sono riportati in dettaglio nella "Relazione Specialistica Impianti a Fluido" (rif. B100TI001) e negli elaborati grafici B100TI101 e B100TI801.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	28	41

3.5 Interferenze impiantistiche

E' stato studiato il superamento delle interferenze impiantistiche, come illustrato nella Figura 16 e Figura 17 e negli elaborati grafici B100T1108 ("planimetria delle interferenze impiantistiche") e B100T1807 ("Particolari del superamento delle interferenze impiantistiche").

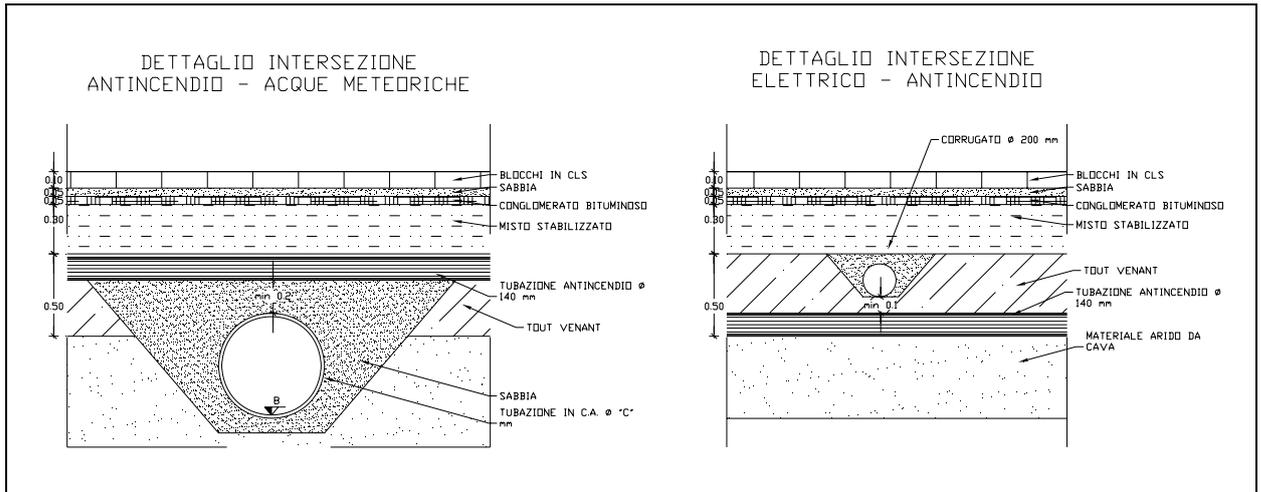


Figura 16 – Intersezioni impianti antincendio, acque meteoriche e elettrico

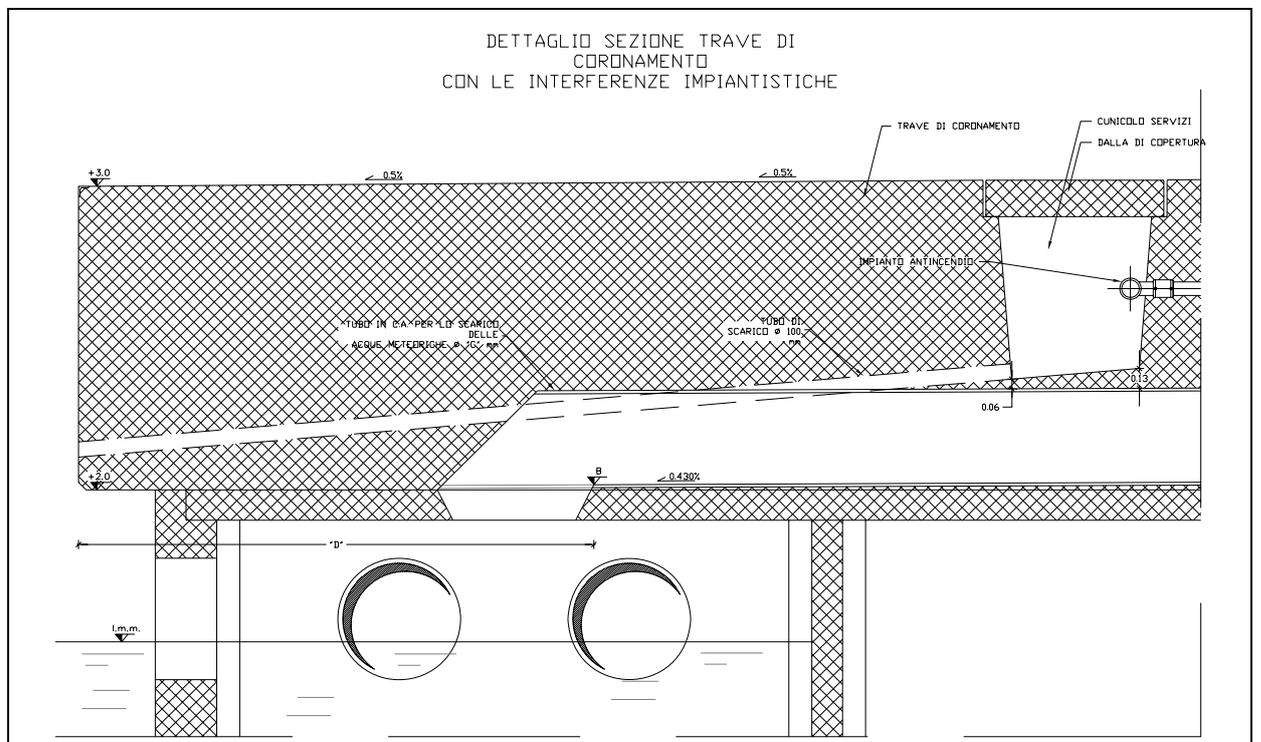


Figura 17 – Trave di coronamento cassoni e interferenze impiantistiche



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	29	41

4 RIFERIMENTI

4.1 Documenti di riferimento

I documenti di riferimento per il progetto definitivo dell'ampliamento del IV sporgente sono qui di seguito riportati:

- Progetto preliminare – Ampliamento IV sporgente;
- Capitolati prestazionali;
- Rilievi batimetrici 31 luglio 2003;
- Sondaggi e prove geotecniche.

4.2 Normativa

Nell'elaborazione del progetto si è fatto riferimento alle seguenti norme, riportate più in dettaglio nelle relazioni tecniche specifiche:

- Normativa italiana;
- Eurocodici;
- Norme geotecniche;
- Norme specifiche dell'acciaio;
- Norme specifiche sul calcestruzzo;
- Norme sulle costruzioni marittime.

4.3 Programmi di calcolo

Nell'elaborazione del progetto sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo, analizzati più in dettaglio nelle relazioni tecniche specifiche:

- MIKE21 NSW (*Near-shore Spectral Wind-waves*), sviluppato dal Danish Hydraulic Institute, utilizzato per la propagazione del moto ondoso da largo verso a riva;
- MIKE21 BW (Boussinesq Wave), sviluppato dal Danish Hydraulic Institute utilizzato per l'analisi dell'agitazione residua del moto ondoso all'interno del porto;
- STAP 9.0, sviluppato da Atzec Informatica, vers. 9.01b, utilizzato per la stabilità globale dei cassoni – Metodo di Bishop semplificato;
- PLAXIS, iniziato nel 1987 presso il Politecnico di Delft, su iniziativa del Dutch Department of Public Works and Water Management, è un programma di calcolo agli elementi finiti; è stato utilizzato per lo studio delle sollecitazioni indotte sulla pavimentazione dai carichi agenti e per le verifiche sulle opere provvisionali;
- FTOOL freeware software e VSCASU software, sviluppati dall'Università di Brescia, utilizzati per il dimensionamento e verifiche delle sezioni in c.a. (metodo degli stati limiti);
- ALLPILE 7.2, sviluppato dalla Civil Tech Software, utilizzato per il dimensionamento e verifica dei pali di fondazione.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	30	41

4.4 Elaborati di progetto

Nelle tabelle successive sono riportati le relazioni e gli elaborati grafici relativi al progetto definitivo dell'ampliamento del IV sporgente e alcuni generali di riferimento.

RELAZIONI	codice
<i>Relazioni generali</i>	
Relazione illustrativa	A1UGES000
Progetto di bonifica ambientale area IV Sporgente e Darsena Ovest – Relazione tecnica	A1ODRA001
<i>Relazioni IV Sporgente</i>	
Relazione tecnica Generale	B100AS001
Studio di fattibilità ambientale - Relazione generale	B10GEA001
Studio di fattibilità ambientale - Inquadramento territoriale di area vasta	B10GEA101
Studio di fattibilità ambientale - Caratterizzazione del progetto/fasi realizzative	B10GEA102
Studio di impatto paesaggistico - Relazione	B10GEA002
Studio di impatto paesaggistico - Fotosimulazioni - Documentazione fotografica	B10GEA103
Relazione Geologica e Geotecnica	B100AS002
Studio Meteomarinario Agitazione residua interna	B100AS003
Relazione Specialistica impianti a fluido	B100TI001
Relazione Specialistica impianti elettrici	B100TI002
Relazione di calcolo arredi banchina	B100AS005
Relazione calcoli statici cassoni	B100AS006
Relazione di calcolo strutture	B100TS001
Relazione di calcolo pavimentazione	B100TS002
Disciplinare prestazionale	B100AS007



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	31	41

TAVOLE	Scala	CODICE
<i>Tavole generali</i>		
Corografia	1:20000	A1UGES101
Planimetria complessiva	1:5000	A1UGES102
Riferimento al Piano Regolatore Portuale	1:5000	A1UGES110
Progetto di bonifica ambientale area IV Sporgente e Darsena Ovest – Planimetria di caratterizzazione dei sedimenti		A1ODRA102
<i>Tavole IV Sporgente</i>		
Planimetria generale stato di fatto con indicazione delle aree di intervento	1:2000	B10OAS103
Planimetria ad opera finita	1:1000	B10OAS105
Planimetria dei dragaggi e colmate - scavo cassoni	1:1000	B1ODRS101
Planimetria dei dragaggi e colmate - disposizione cassoni	1:1000	B1ODRS102
Planimetria dei dragaggi e colmate - rinfianco cassoni	1:1000	B1ODRS103
Planimetria dei dragaggi e colmate – colmate e precarico	1:2000	B1ODRS104
Planimetria dei dragaggi e colmate - dragaggio	1:2000	B1ODRS105
Planimetria riferimenti sezioni di computo	1:5000	B10OAS107
Aree di calcolo volumi dragaggio (sez 00-17)	1:1000	B1ODRS201
Aree di calcolo volumi dragaggio (sez 18-31 bis)	1:1000	B1ODRS202
Aree di calcolo volumi dragaggio (sez 32-44)	1:1000	B1ODRS203
Aree di calcolo volumi di riempimento colmata (sez. 01-17)	1:500	B1ODRS204
Aree di calcolo volumi di riempimento colmata (sez. 18-38)	1:500	B1ODRS205
Planimetria bonifica bellica	1:2000	B1ODRS206
Planimetria generale posizionamento e particolari recinzioni	1:5000 – 1:25 - 1:20	B10OTS102
Cassone cellulare tipo 3 × 8 (carpenterie)	1:100 - 1:50	B10OAS401
Cassone cellulare tipo 3 × 7 (carpenterie)	1:100 - 1:50	B10OAS402



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	32	41

TAVOLE	Scala	CODICE
Particolari arredi banchina - parabordi	1:10 - 1:5	B100AS801
Particolari arredi banchina - sovrastruttura, scaletta, bitta, fermaruote e cordolo	1:20 - 1:10 - 1:5	B100AS803
Pianta e prospetto banchina	1:1000 - 1:500 - 1:200	B100AS201
Palancolato provvisorio	1:200 - 1:20	B100AS804
Sezioni correnti banchina e particolare torre faro	1:100 - 1:10	B100AS202
Impianto antincendio distribuzione planimetrica e particolare pozzetto	1:1000	B100TI101
Centrale impianto antincendio	1:50 - 1:20 - 1:10	B100TI801
Distribuzione planimetrica raccolta acque meteoriche	1:1000	B100TI102
Profili longitudinali dei collettori e delle canaline della rete acque meteoriche	1:500/1:100	B100TI201
Particolari pozzetti e canaline	1:20	B100TI803
Vasche di raccolta acque meteoriche	1:50	B100TI202
Cabina mt/bt - layout, dimensioni, distribuzione passaggi e viste esterne	1:50	B100TS201
Distribuzione impianti elettrici	1:2000 - 1:100	B100TI105
Sezione trasversale banchina e con particolari torre faro e lampioni	1:200 - 1:100 - 1:40 - 1:20	B100TI203
Planimetria delle interferenze impiantistiche	1:1000	B100TI108
Particolari del superamento delle interferenze impiantistiche	1:100 - 1:20	B100TI807

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	33	41

5 DATI DI BASE

5.1 Vita utile

La vita utile prevista per l'opera è di 50 anni. Tale obiettivo viene raggiunto attuando la seguente strategia:

- Progettazione delle parti di opera, laddove possibile, con tutte le predisposizioni e gli accorgimenti atti a raggiungere la vita utile senza interventi manutentivi;
- Progettazione di un piano di manutenzione delle opere (che tratta gli aspetti tecnologici e la pianificazione degli interventi) che consente di raggiungere la vita utile identificando e intervenendo su quelle parti d'opera che, per loro intrinseche caratteristiche, si prevede che debbano essere sostituite o riparate una o più volte nell'arco della vita utile.

Trattando prevalentemente opere civili, in questo progetto particolare attenzione è stata prestata agli aspetti di durabilità e di condizionamento ambientale dei manufatti.

5.2 Caratterizzazione geotecnica dell'area

Le caratteristiche geotecniche del terreno, che forniscono le indicazioni e i parametri necessari per il dimensionamento delle strutture portuali di progetto, sono state ricavate sulla base dei sondaggi effettuati e dei risultati delle prove di laboratorio.

I valori dei parametri meccanici e fisici utilizzati nel progetto sono riassunti nella Tabella 3 e rappresentano la sintesi delle attività di indagine geotecnica svolte in sito e delle relative prove di laboratorio.

Parametri di resistenza a taglio e deformabilità del terreno del terreno di fondazione (argilla di Taranto)	
Coesione (c')	30 kPa
Angolo di attrito interno (ϕ')	27°
Modulo di elasticità (E_{50})	15 MPa
Coefficiente di Poisson (ν)	0.20
Grado di sovraconsolidazione (OCR)	10

Tabella 3 Parametri meccanici e fisici del terreno di fondazione

Per un'analisi più dettagliata della caratterizzazione geotecnica si rimanda alla "Relazione geologica e geotecnica" (Allegato B10OAS002).

5.3 Condizioni ambientali: moto ondoso

Per valutare le condizioni di moto ondoso in prossimità delle opere si è proceduto nel modo seguente:

- Studio meteomarinario per la propagazione del moto ondoso dal largo fino al paraggio di interesse;
- Agitazione ondosa residua interna all'interno del bacino portuale mediante modelli matematici (MIKE21-Boussinesq Wave);
- Definizione delle altezze d'onda di progetto.

Per un'analisi più dettagliata si rimanda allo "Studio meteomarinario e agitazione residua interna" (Allegato B10OAS003).

5.4 Sisma

La normativa nazionale, classifica tutto il territorio italiano come territorio a rischio sismico. Nell'ambito di tale orientamento vengono individuate quattro categorie sismiche di cui la prima è soggetta al maggior rischio e la



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	34	41

quarta al minore. Il comune di Taranto è classificato come zona sismica di terza categoria. Il progetto delle opere viene condotto mettendo in conto un sisma di progetto di terza categoria ed effettuando i calcoli con il metodo pseudo- statico.

5.5 Carichi e sovraccarichi

I sovraccarichi dei piazzali sono stati assunti sulla base delle quantità suggerite in letteratura (Per Brunn -1989, *Port Engineering, Vol. 1: Harbour planning, breakwaters and marine terminals*) nel quale si suggeriscono carichi tra i 30 e i 50 kN/m² per utilizzo dei piazzali come terminal contenitori, ro-ro o multipurpose.

Per il carico dovuto alla gru è stata considerata una gru del tipo RaiL Mounted Gantry Crane (RMG), della portata di 600 kN, che scarica approssimativamente 3400 kN per ciascuno spigolo. Si è assunto, inoltre, che vi siano 6 ruote per spigolo. Tali indicazioni sono state fornite dalla bibliografia specifica sull'argomento, in particolare dal PIANC Bulletin 56 del 1987. Considerando un interasse tra le ruote di 1.60 m, si ottiene che ciascuno spigolo poggia su una lunghezza complessiva di $1.60 \times 5 = 8.00$ m. Pertanto il carico dovuto alla gru è pari a $3400/8 = 425$ kN/m.

Per il tiro di bitta si è fatto riferimento a navi aventi una portata lorda di 35000t (vedere la Relazione di calcolo arredi banchina – Allegato B100AS005). Sono state pertanto previste bitte da 100 t, ancorate alla sovrastruttura della banchina

6 FASI DI COSTRUZIONE

Si prevede in sintesi la seguente sequenza costruttiva:

- Prefabbricazione dei cassoni cellulari, in impianti fissi o galleggianti;
- Dragaggio di un canale di accesso per il trasporto dei cassoni fino alla profondità -10.0 l.m.m e largo circa 34m;
- Scavo dell'imbasamento dei cassoni fino alla quota -14.0 l.m.m e per una larghezza di circa 24 m;
- Realizzazione scanno di imbasamento in tout venant dei cassoni di riva;
- Trasporto, posizionamento ed affondamento dei cassoni di riva mediante zavorra liquida;
- Realizzazione scanno di imbasamento in tout venant dei cassoni dello sporgente;
- Trasporto, posizionamento ed affondamento dei cassoni del IV sporgente mediante zavorra liquida;
- Zavorramento definitivo dei cassoni mediante versamento di materiale lapideo in tutte le celle;
- Versamento fino alla quota +1.0 s.l.m.m. di materiale lapideo (pietrame da 5-50 kg) a ridosso del lato interno della banchina per costituire il rinfianco;
- Esecuzione della colmata a tergo del rinfianco fino alla quota +2.0 s.l.m.m con versamento di materiale arido di cava di opportune caratteristiche;
- Eventuale fase di precarico mediante ulteriore versamento di materiale arido di cava fino alla quota +6.5 m s.l.m.m., per far scontare la deposito di fondale i cedimenti di consolidazione dovuti ai carichi di esercizio;
- Realizzazione del getto della sovrastruttura dei cassoni fino a quota +3.0 m s.l.m.m.;
- Asportazione del materiale di precarico fino alla quota +2.00 m s.l.m.m.;
- Posa di 50 cm di tout-venant;
- Completamento del piazzale con la realizzazione della pavimentazione.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	35	41

7 CRITERI E METODI DI PROGETTAZIONE

7.1 Criteri di analisi delle strutture

Il progetto strutturale dei cassoni, in linea con i requisiti funzionali (dettati dalle condizioni di esercizio dei cassoni e di interfaccia con le banchine retrostanti) e gli obiettivi di vita utile delineati nelle pagine precedenti, hanno comportato una attività preliminare di:

- identificazione e classificazione delle condizioni di esercizio ed estreme;
- identificazione dei carichi derivanti da gru e navi (tiri di bitta);
- analisi di diversi scenari esecutivi, per selezionare delle sequenze di lavorazione orientate all'ottimizzazione di costi e tempi di esecuzione.

Per le condizioni di esercizio sono stati analizzati gli stati limite di esercizio e ultimi della struttura. Per le condizioni estreme sono stati analizzati i soli stati limite ultimi.

7.2 Criteri di verifica delle strutture

Le verifiche geotecniche e strutturali contenute in questa relazione sono state effettuate facendo riferimento al metodo semi probabilistico agli stati limite, così come applicato negli Eurocodici (in particolare EC1, EC2, EC3, EC7, EC8).

Vengono considerati sia gli *stati limite ultimi*, che sono quelli associati al collasso della struttura (o dell'insieme struttura-terreno) o alla rottura di parti di essa, sia gli *stati limite di servizio*, che corrispondono a condizioni oltre le quali specifiche richieste d'uso per una struttura o per un elemento strutturale non sono più soddisfatte.

Le verifiche di sicurezza vengono condotte secondo il *Metodo dei coefficienti parziali*: l'affidabilità viene ottenuta verificando che, in tutte le situazioni progettuali significative, gli stati limite non vengono raggiunti quando i *valori di progetto* delle *azioni*, delle *proprietà del materiale* e dei *dati geometrici* sono introdotti nei modelli progettuali.

In particolare è verificato che

- le azioni di progetto non provochino il collasso globale della struttura o del terreno (anche in situazioni eccezionali, ad esempio sisma);
- gli *effetti* delle azioni di progetto non superano la resistenza di progetto della struttura allo stato limite ultimo;
- gli *effetti* delle azioni di progetto non superano i criteri di funzionalità per lo stato limite di servizio.

Il valore di progetto F_d di una azione viene espresso in termini generali da:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_K$$

essendo F_K il *valore caratteristico* dell'azione considerata e γ_F il coefficiente parziale che tiene conto:

- della possibilità delle variazioni sfavorevoli delle azioni;
- della possibilità di una poco accurata modellazione delle azioni;
- di incertezze nella valutazione negli effetti delle azioni.

Il valore di progetto X_d di una proprietà del materiale viene espresso in termini generali da:

$$X_d = \gamma_M \cdot X_K$$

essendo X_K il *valore caratteristico* della proprietà del materiale considerata e γ_M il coefficiente parziale che comprende:

- variazioni sfavorevoli dei valori caratteristici;
- poca precisione nei coefficienti di conversione;
- incertezze nelle proprietà geometriche ed in quelle del modello di resistenza.

Le azioni di progetto opportunamente combinate, insieme alle proprietà del materiale e ai dati geometrici, sono state applicate al modello di calcolo che idealizza la struttura per determinarne gli effetti E_d .

Nel caso in cui il problema sia lineare (analisi elastica), vale il principio di sovrapposizione degli effetti, pertanto è possibile applicare al modello le azioni caratteristiche singolarmente e combinarne gli effetti.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	36	41

Il terreno, così come schematizzato nei modelli di analisi della parete accoppiata utilizzati in questa relazione, ha un comportamento non lineare: tuttavia le analisi di interazione terreno-struttura sono state condotte applicando al modello le azioni caratteristiche (con tutti i coefficienti di combinazione pari ad 1); i coefficienti di combinazione delle azioni vengono applicati direttamente agli effetti (le sollecitazioni negli elementi strutturali), così come suggerito dall'Eurocodice 7.

I valori di progetto delle proprietà del materiale, i dati geometrici e gli effetti delle azioni, quando pertinenti, vengono usati per determinare la resistenza di progetto R_d .

Pertanto le verifiche sono soddisfatte quando è verificata la disuguaglianza:

$$F_d \leq R_d$$

7.2.1 Stati limiti ultimi: combinazione delle azioni

Per ogni caso di carico critico, i valori di progetto degli effetti delle azioni (E_d) sono stati determinati combinando il valore di azioni che si verificano simultaneamente nel modo seguente:

situazioni persistenti e transitorie - valori di progetto delle azioni dominanti e valori di combinazione delle altre azioni¹

$$F_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{Kj} "+" \gamma_P P_K "+" \gamma_{Q1} Q_{K1} "+" \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{Ki}$$

situazioni di progetto eccezionali – valori di progetto delle azioni permanenti; valore frequente dell'azione variabile dominante e valori quasi permanenti delle altre azioni variabili; valore di progetto di una azione eccezionale

$$F_{dA} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} G_{Kj} "+" \gamma_{PA} P_K "+" A_d "+" \psi_{11} Q_{K1} "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{Ki}$$

situazioni di progetto sismiche – valori caratteristiche delle azioni permanenti con i valori quasi permanenti delle altre azioni variabili e con il valore di progetto dell'azione sismica

$$F_{dA} = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} "+" P_K "+" \gamma_I A_{Ed} "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{Ki}$$

I coefficienti parziali per gli stati limite ultimi adottati per le diverse situazioni di progetto per la verifica di elementi strutturali (resistenza)², sono riportati nella tabella seguente³:

Azione		Perman./ Trans.	ECCEZIONALI	Sismiche
Permanente	γ_{Gsu0}	1.4	1	-
	γ_{Ginf}	1	1	-
Variabile	γ_Q	1.5	-	-
Sismica	γ_I	-	-	1 ⁴

¹ La notazione "+" significa "si combina con".

² Corrispondente al CASO B della UNI - ENV 1991-1 - Eurocodice 1 – "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo".

³ Come previsti dal Documento di Applicazione Nazionale (DAN) riportato nella Sezione III della Parte II del DM.LL.PP. 9/1/96, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

⁴ Corrispondente al "fattore di importanza" della struttura.

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	37	41

I coefficienti parziali per gli stati limite ultimi adottati per le diverse situazioni di progetto per la verifica a rottura nel terreno (collasso)⁵, sono riportati nella tabella seguente⁶:

Azione		Perman./ Trans.	ECCEZIONALI	Sismiche
Permanente	$\gamma_{G_{suo}}$	1	1	-
	$\gamma_{G_{inf}}$	1	1	-
Variabile	γ_Q	1.3	-	-
Sismica	γ_I	-	-	1

7.2.2 Stati limiti di servizio

Le combinazioni considerate per le verifiche agli stati limite di servizio sono definite dalle seguenti espressioni:

Combinazione rara

$$F_d = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} + P_K + Q_{K1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0i} Q_{Ki}$$

Combinazione frequente

$$F_d = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} + P_K + \psi_{11} Q_{K1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{Ki}$$

Combinazione quasi permanente

$$F_d = \sum_{j \geq 1} G_{Kj} + P_K + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{Ki}$$

7.2.3 Coefficienti di sicurezza parziali per i materiali

I coefficienti di sicurezza parziali per i materiali costituenti gli elementi strutturali oggetto di verifica nella presente relazione (tubi, palancole, puntoni, carpenterie metalliche) sono⁷:

$\gamma_{M0} = 1.05$	sezioni di classe 1-2-3
$\gamma_{M1} = 1.05$	sezioni di classe 4
$\gamma_{M1} = 1.05$	fenomeni di instabilità
$\gamma_{M2} = 1.2$	resistenza sezioni nette

7.2.4 Coefficienti di sicurezza parziali per i collegamenti

I coefficienti di sicurezza parziali per i collegamenti (bulloni e saldature) degli elementi strutturali sono⁸:

⁵ Corrispondente al CASO C della UNI - ENV 1991-1 - Eurocodice 1 – "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo".

⁵ Come previsti dalla UNI - ENV 1993-1 - Eurocodice 3 – "Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1: Regole generali e regole per gli edifici".

⁷ Come previsti dal Documento di Applicazione Nazionale (DAN) riportato nella Sezione III della Parte II del DM.LL.PP. 9/1/96, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

⁸ Come previsti dal Documento di Applicazione Nazionale (DAN) riportato nella Sezione III della Parte II del DM.LL.PP. 9/1/96, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	38	41

$\gamma_{Mb} = 1.35$	bulloni
$\gamma_{Mw} = 1.35$	saldature d'angolo
$\gamma_{M1} = 1.05$	saldature di I ^a classe
$\gamma_{M2} = 1.2$	saldature di II ^a classe

7.2.5 Coefficienti di sicurezza parziali per le proprietà del terreno

I coefficienti parziali delle proprietà del terreno adottati per le diverse situazioni di progetto per la verifica di elementi strutturali (resistenza)⁹, sono riportati nella tabella seguente:

$\gamma_{\phi} = 1$	angolo di attrito ($\tan \phi$)
$\gamma_{c'} = 1$	coesione drenata (c')
$\gamma_{Cu} = 1$	coesione non drenata (C_u)

I coefficienti parziali delle proprietà del terreno adottati per le diverse situazioni di progetto per la verifica a rottura nel terreno (collasso)¹⁰, sono riportati nella tabella seguente:

$\gamma_{\phi} = 1.25$	angolo di attrito ($\tan \phi$)
$\gamma_{c'} = 1.6$	coesione drenata (c')
$\gamma_{Cu} = 1.4$	coesione non drenata (C_u)

⁹ Corrispondente al CASO B della UNI - ENV 1991-1 - Eurocodice 1 – "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo" e della UNI - ENV 1997-1 - Eurocodice 7 – "Progettazione geotecnica - Parte 1 - regole generali".

¹⁰ Corrispondente al CASO C della UNI - ENV 1991-1 - Eurocodice 1 – "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo" e della UNI - ENV 1997-1 - Eurocodice 7 – "Progettazione geotecnica - Parte 1 - regole generali".

Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	39	41

7.3 Criteri di verifica idraulica e di stabilità globale dei cassoni

I periodi di ritorno adottati per le verifiche delle opere sono riportati qui di seguito:

Moto ondoso

CONDIZIONE	T_r (anni)
IN ASSENZA DI SISMA	100
IN PRESENZA DI SISMA	1
FASE PROVVISORIA	1

Sisma

Da normativa si assume una probabilità di superamento del 10%

$T_R = 475$ anni

Le condizioni di progetto per le verifiche sono riassunte nella Tabella 4:

CONDIZIONE	T_R onda (anni)	Moto ondoso
RARA (SENZA SISMA)	100	CAVO CRESTA
RARA (CON SISMA)	1	CAVO CRESTA
PROVVISORIA	1	CAVO CRESTA

Tabella 4 – Condizioni di progetto

Le verifiche di stabilità del sistema struttura – terreno sono state effettuate con riferimento al metodo semiprobabilistico agli stati limiti, così come riportato negli Eurocodici EC7 e EC8. In particolare, sono considerati gli *stati limiti ultimi*, che sono quelli associati al collasso della struttura o dell'insieme terreno – struttura.

Le verifiche sono state condotte secondo il *Metodo dei coefficienti di sicurezza parziali*: l'Eurocodice 7 (prEN 1997-1:2004) propone 3 approcci di progetto alternativi, ciascuno dei quali implementa coefficienti parziali che sono applicati direttamente alle azioni o agli effetti delle azioni, ed alle singole resistenze o alla resistenza globale. I coefficienti parziali si applicano ai cosiddetti valori caratteristici dei parametri (contrassegnati col pedice “k”) per determinare i corrispondenti valori di progetto (contrassegnati col pedice “d”).

In particolare, si è proceduto alle seguenti verifiche di sicurezza:

- verifica di sicurezza contro il collasso per scorrimento del cassone;
- verifica di sicurezza contro il collasso per il ribaltamento del cassone;
- verifiche geotecniche di capacità portante e di stabilità all'equilibrio limite globale.

I criteri di verifica sono riportati in modo dettagliato nel capitolo 9 della “Relazione di calcoli statici cassoni” (rif. Allegato B10OAS006).



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	40	41

8 BIBLIOGRAFIA

- [1] - Atkinson J.H. and Salfors G. (1991), "*Experimental determination of soil properties. General Session I*", Proc. X ECSMFE, Florence, Vol. 3, pp-915-956.
- [2] - Caquot A. e Kerisel J. (1948), "Tables for calculation of passive pressures, active pressures and bearing capacity of foundations", Gautiers-Villars, Paris.
- [3] - Hardin B.O. (1978), "*The nature of stress-strain behaviour of soils*". Proc. Earthquake Engineering and Soil Dynamics, ASCE, Pasadena, California, Vol.1, pp.3-89.
- [4] - Ishihara K. (1996), "*Soil behaviour in earthquake Engineering*". Clarendon Press, Oxford.
- [5] - Kramer S.L. (1996), "*Geotechnical Earthquake Engineering*". Prentice Hall. New Jersey.
- [6] - Bowles J. (1988), "*Foundation analysis and design, Bowles*", McGraw-Hill, New York.
- [7] - Nilson E. (1997), "*Design of concrete structures*", McGraw-Hill, New York.
- [8] - Tomlinson M.J. (1995), "*Foundation design and construction*", Longman, Harlow
- [9] - Gaylord J. (1997), "*Structural engineering handbook*", McGraw-Hill, New York.
- [10] - Koerner R., (1985), "*Constructional and geotechnical methods in foundation engineering*", McGraw-Hill, New York.
- [11] - Lancellotta R., "*Geotecnica*", Zanichelli, Torino.
- [12] - Pedferri P., Lazzari L. (2000), "*Protezione catodica*", Mc Graw-Hill, Milano.
- [13] - Romish, K. - Hering, W., "*Input data of propeller induced velocities for dimensioning of bed protection near quay walls*"
- [14] - CIRIA - "*Manual on the Use of Rock in Coastal and Shoreline Engineering*", CIRIA special publication N.83, CUR report 154, 1991
- [15] - K.M. Lee, "*Influence of placement method on the cone penetration resistance of hydraulically placed sand fills*" Canadian Geotechnical Journal, issue 38, 2001.
- [16] - Sladen J.T., Hewitt K.J., "*Influence of placement method on the in situ density of hydraulic sand fills*" Canadian Geotechnical Journal, issue 26, 1989.
- [17] - U.S.Army Corps of Engineers, "*Dredging and dredged material disposal*", 1983.
- [18] - U.S.Army Corps of Engineers, "*Practices and problems associated with economic loading and overflow of dredge hoppers and scows*", 1990.
- [19] - U.S.Army Corps of Engineers, "*State of the art applicability of conventional techniques to increase disposal area storage capacity*", 1977.



Progetto	Identificativo documento	Rev.	Pagina	Di
Piastra portuale di Taranto – IV Sporgente	123.700 B1 OOA S 001	01	41	41

- [20] - Bray R. N., Bates A.D., Land J.M., *"Dredging - Handbook for engineers"*, Arnold, 1997.
- [21] - Sumer M.B., Fredsoe J., *"The mechanics of scour in the marine environments"*, World Scientific, 2002.
- [22] - Goda Y., *"Random seas and design of maritime structures"*, World Scientific, 2000.
- [23] - Brunn P., *"Harbour planning breakwaters, and marine terminals."*, Volume 1 Port Engineering. – Fourth Edition, 2000.
- [24] - Bertolini L., Elsener B., Pedferri P., Polder R., *"Corrosion of steel in concrete"*, Wiley-VCH, 2003.
- [25] - Tsinker G.P., *"Handbook of port and harbor engineering"*, Chapman and Hall, 1997.
- [26] - Matlock H., Reese L.C., *"Generalized solutions for laterally loaded piles"*, JSMFD, ASCE, Vol. 86, SM5, 1960.
- [27] - Markeset G., *"Cost optimal design, construction and maintenance of concrete quays and jetties"*, Concrete remediation, design & long life solutions, Seminar, Melbourne, 2001.
- [28] - Rostam S., *"Maintenance and repair of concrete structures and feedback to design of durable new structures"*, Concrete remediation, design & long life solutions, Seminar, Melbourne, 2001.
- [29] - Bangash M.Y.H., *"Structural detailing in concrete: a comparative study of british, european and american codes and practices"*, Thomas Telford, 2003.
- [30] - P.I.A.N.C., *"Seismic design guidelines for port structures"*, Balkema, 2001.
- [31] - Boccotti P., *"Idraulica marittima"*, UTET, 2004.
- [32] - Quian X., Koerner R.M., Gray D.H., *"Geotechnical aspects of landfill design and construction"*, Prentice Hall, 2002.
- [33] - McBean E.A., Rovers F.A., Farquhar G.J., *"Solid waste landfill engineering and design"*, Prentice Hall, 1995.
- [34] - Van Zyl D.J.A., Vick S.G., *"Hydraulic fill structures"*, A.S.C.E., 1988.