



00	31 Luglio 2012	PRIMA EMISSIONE / FIRST ISSUE	S.J.S. Engineering s.r.l.
REVISIONE REVISION	DATA DATE	MOTIVAZIONE REASON	PROPONENTE PROPOSER

MATRICE DELLA REVISIONE  
REVISION MATRIX

Stazione appaltante Awarding body  <h2 style="text-align: center;">AUTORITA' PORTUALE DI TARANTO</h2> <h3 style="text-align: center;">PORT AUTHORITY OF TARANTO</h3>				
Incarico Job  <h2 style="text-align: center;">RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE</h2> <h3 style="text-align: center;">AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</h3> <h4 style="text-align: center;">REDEVELOPMENT OF THE MOLO POLISETTORIALE</h4> <h4 style="text-align: center;">QUAY DECK EXTENSION</h4>				
Livello progettuale Project level  <h2 style="text-align: center;">PROGETTO DEFINITIVO</h2> <h3 style="text-align: center;">DETAILED DESIGN</h3>				
Soggetto attuatore Under authorization   Taranto Container Terminal s.p.a. per l'Autorità Portuale di Taranto <i>Taranto Container Terminal Ltd. for Port Authority of Taranto</i>	Titolo Title  <h2 style="text-align: center;">RELAZIONE GEOTECNICA</h2> <h3 style="text-align: center;">GEOTECHNICAL REPORT</h3>		Area code  <h2 style="text-align: center;">0130 TAR</h2>	
			Title code  <h2 style="text-align: center;">01003-00</h2>	
			Check  <h2 style="text-align: center;">R12</h2>	Job code  <h2 style="text-align: center;">C-01</h2>
Design by <b>S.J.S. Engineering s.r.l.</b>   *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 MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO 9001:2008 =	Progettista responsabile/Head designer <b>Dott. Ing. Michelangelo Lentini</b> Progettisti/Designers <b>Dott. Ing. Alessandro Porretti</b> <b>Prof. Ing. Giuseppe Sappa</b> <b>Dott. Ing. Giovanni Squarcia</b> <b>Dott. Ing. Davide Mancarella</b>		Filename  0130TAR01003-00-R12.doc	
Edited  Turrisi	Checked  ML	Date  July 2012		



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>1</b> Di <i>of</i> <b>266</b>


## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>CENNI DI INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE SISMICHE DELLA ZONA.....</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>SINTESI DELLE RISULTANZE D'INTERESSE RELATIVE ALLE CAMPAGNE DI INDAGINI PREGRESSE.....</b>	<b>17</b>
	<b>4.1 Premessa .....</b>	<b>17</b>
	<b>4.2 Rotaia di corsa su banchina esistente: campagna BH2008 – lato banchina .....</b>	<b>20</b>
	<b>4.3 Rotaia di corsa su nuovo impalcato banchina: campagna BH2008 – lato mare .....</b>	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIZIONE NUOVA CAMPAGNA D'INDAGINE GIUGNO 2012.....</b>	<b>27</b>
<b>6.</b>	<b>SINTESI RISULTANZE NUOVA CAMPAGNA D'INDAGINE GIUGNO 2012 .....</b>	<b>28</b>
	<b>6.1 Rotaia di corsa su banchina esistente: campagna RS2012 – lato banchina .....</b>	<b>28</b>
	<b>6.2 Rotaia di corsa su nuovo impalcato banchina: campagna BS2012 – lato mare .....</b>	<b>30</b>
	<b>6.3 Risultanze prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU .....</b>	<b>33</b>
	<b>6.4 Risultanze prospezioni sismiche in foro tipo Down-Hole.....</b>	<b>35</b>
	<b>6.5 Risultanze stendimenti sismici .....</b>	<b>37</b>
<b>7.</b>	<b>PRINCIPALI PROBLEMATICHE DI NATURA GEOTECNICA .....</b>	<b>42</b>
<b>8.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SCHEMI GEOTECNICI DI CALCOLO .....</b>	<b>45</b>
	<b>8.1 Premessa .....</b>	<b>45</b>
	<b>8.2 Definizione delle unità stratigrafiche significative dal punto di vista geotecnico .....</b>	<b>46</b>
	<b>8.3 Sezioni stratigrafiche trasversali e longitudinali di riferimento .....</b>	<b>47</b>
	<b>8.4 Rotaia di corsa su banchina esistente (lato banchina).....</b>	<b>48</b>
	<b>8.5 Rotaia di corsa su nuovo impalcato banchina (lato mare) .....</b>	<b>49</b>
	<b>8.6 Valori dei parametri geotecnici di calcolo .....</b>	<b>50</b>
	<b>8.7 Attribuzione categoria suolo di fondazione (O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i.) .....</b>	<b>55</b>
<b>9.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI PALI A FORZE VERTICALI .....</b>	<b>58</b>
	<b>9.1 Premessa .....</b>	<b>58</b>

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>		
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>		
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	2 Di <i>of</i>	266

9.2	<b>Carico limite alle azioni verticali.....</b>	<b>58</b>
9.3	<b>Coefficiente di sicurezza e stato limite ultimo .....</b>	<b>61</b>
9.4	<b>Calcolo dei cedimenti .....</b>	<b>65</b>
9.5	<b>Esito delle verifiche svolte a forze verticali .....</b>	<b>66</b>
9.5.1	Carichi e schemi geotecnici di riferimento .....	66
9.5.2	Ipotesi di calcolo .....	68
9.5.3	Output di calcolo resistenza.....	68
9.5.4	Output di calcolo cedimenti.....	71
10.	<b>DIMENSIONAMENTO DEI PALI A FORZE ORIZZONTALI.....</b>	<b>72</b>
10.1	<b>Premessa .....</b>	<b>72</b>
10.2	<b>Carico limite alle azioni orizzontali .....</b>	<b>73</b>
10.3	<b>Coefficiente di sicurezza e stato limite ultimo .....</b>	<b>77</b>
10.4	<b>Condizioni di esercizio .....</b>	<b>81</b>
10.5	<b>Esito delle verifiche svolte a forze orizzontali.....</b>	<b>86</b>
10.5.1	Carichi e schemi geotecnici di riferimento .....	86
10.5.2	Ipotesi di calcolo .....	88
10.5.3	Output di calcolo resistenza.....	89
10.5.4	Output di calcolo esercizio.....	90
11.	<b>VERIFICA DEI CASSONI ESISTENTI IN FASE TRANSITORIA .....</b>	<b>91</b>
11.1	<b>Premessa .....</b>	<b>91</b>
11.2	<b>Verifiche di stabilità.....</b>	<b>92</b>
11.3	<b>Output di calcolo.....</b>	<b>96</b>
12.	<b>SINTESI GEOMETRIA DEI PALI DERIVANTE DAI DIMENSIONAMENTI SVOLTI.....</b>	<b>96</b>
13.	<b>PROVE DI CARICO .....</b>	<b>97</b>
14.	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>98</b>
15.	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>99</b>



 	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>3</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## INDICE ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove (in situ e di laboratorio) d’interesse relative ai sondaggi BH2, BH3, BH5, BH6, BH8, BH9, BH11 e BH12 (campagna BH2008 – lato banchina)....	101
ALLEGATO 2 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove (in situ e di laboratorio) d’interesse relative ai sondaggi BH1, BH4, BH7, BH10 (campagna BH2008 – lato mare) .....	135
ALLEGATO 3 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove di laboratorio relative ai sondaggi RS1, RS2 e RS3 (campagna RS2012 – lato banchina).....	158
ALLEGATO 4 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove di laboratorio relative ai sondaggi BS1, BS2 e BS3 (campagna BS2012 – lato mare).....	170
ALLEGATO 5 – Sezioni stratigrafiche trasversali (vedi tavola fuori testo).....	182
ALLEGATO 6 – Sezioni stratigrafiche longitudinali (vedi tavole fuori testo) .....	183
ALLEGATO 7 – Schemi geotecnici di riferimento lato banchina.....	184
ALLEGATO 8 – Schemi geotecnici di riferimento lato mare .....	185
ALLEGATO 9 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze verticali (resistenza).....	186
ALLEGATO 10 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze verticali (cedimenti).....	217
ALLEGATO 11 – Dettaglio calcolazioni stima coefficienti di Winkler .....	226
ALLEGATO 12 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze orizzontali (resistenza) .....	238
ALLEGATO 13 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze orizzontali (deformazioni) .....	249
ALLEGATO 14 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche di stabilità globale banchina esistente (fase transitoria di cantiere realizzazione nuove opere).....	263

## INDICE FIGURE

Figura 1 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (fonte INGV).....	12
Figura 2 Grafici dei parametri sismici in funzione del tempo di ritorno.....	15
Figura 3 Spettri di risposta elastici funzione degli stati limite .....	16
Figura 4 Ubicazione planimetrica dei punti di indagine geognostica afferenti alle campagne dal giugno 1970 al giugno 2012 .....	19
Figura 5 Ubicazione degli stendimenti sismici effettuati nel mese di giugno 2012.....	37
Figura 6 Diagramma semplificato distribuzione resistenza terreno coesivo ad azione H (Broms, 1964).....	74
Figura 7 Meccanismi di rottura del complesso palo-terreno .....	75
Figura 8 Diagramma semplificato distribuzione resistenza terreno granulare ad azione H (Broms, 1964). 76	


	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>4</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Figura 9 – Sezione schematica di calcolo ..... 93

## INDICE TABELLE

Tabella 1	Indice dei terremoti che hanno fatto risentire il loro effetto nel territorio di Taranto.....	11
Tabella 2	Classificazione sismica dell'area oggetto di intervento .....	11
Tabella 3	Coordinate baricentriche della banchina oggetto di ampliamento .....	13
Tabella 4	Coordinate dei punti di riferimento del reticolo di zonizzazione di dettaglio del territorio INGV. 13	
Tabella 5	Stati limite e relativa probabilità di superamento nel periodo di riferimento Vr .....	14
Tabella 6	Parametri sismici .....	15
Tabella 7	Tabella di sintesi delle campagne geognostiche pregresse dal giugno 1970 al giugno 2012.....	17
Tabella 8	Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine BH2008 – lato banchina .....	23
Tabella 9	Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine BH2008 – lato mare.....	26
Tabella 10	Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine RS2012 – lato banchina.....	30
Tabella 11	Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine BS2012 – lato mare .....	32
Tabella 12	Tabella di sintesi dei risultati delle campagne di indagine BH2008 ed RS2012– lato banchina..	50
Tabella 13	Tabella di sintesi dei risultati delle campagne di indagine BH2008 ed RS2012– lato mare .....	51
Tabella 14	Tabella di sintesi ultima delle risultanze due campagne 2008 e 2012, lato mare e lato banchina, da utilizzare nelle verifiche geotecniche di progetto (schema geotecnico di riferimento).....	52
Tabella 15	Categorie di suolo di fondazione di cui all'O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i.....	55
Tabella 16	Quadro riassuntivo risultanze campagne di indagini ottobre 2008 e giugno 2012 ai fini della attribuzione della categoria di suolo di fondazione.....	56
Tabella 17	Valori di $\alpha$ in funzione di $c_u$ (AGI 1984) .....	60
Tabella 18	Valori di $\alpha$ in funzione di $c_u$ (Viggiani 1999) .....	61
Tabella 19	Coefficienti da applicare alle azioni (permanenti, variabili, sismiche).....	62
Tabella 20	Coefficienti da applicare alle resistenze laterali e di base.....	63
Tabella 21	Coefficienti $\xi$ in funzione delle verticali indagate .....	64
Tabella 22	Carichi massimi permanenti e variabili (condizioni BD e BS) al netto del peso proprio del palo e dell'azione sismica (su singolo palo e su modulo di fondazione più caricato).....	67
Tabella 23	Carichi massimi indotti dal sisma su singolo palo più caricato (al netto del peso proprio del palo) .....	67
Tabella 24	Output verifiche pali a forze verticali (resistenza) – Pali rotaia lato terra .....	69
Tabella 25	Output verifiche pali a forze verticali (resistenza) – Pali rotaia lato mare (fila esterna) .....	69
Tabella 26	Output verifiche pali a forze verticali (resistenza) – Pali rotaia lato mare (fila interna) .....	70
Tabella 27	Output stima analitica deformazioni a forze verticali (cedimenti) .....	72




	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>5</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

Tabella 28	Output verifiche deformazioni verticali da modello FEM (cedimenti).....	72
Tabella 29	Coefficienti da applicare alle azioni (permanent, variabili, sismiche).....	79
Tabella 30	Coefficienti parziali da applicare alla resistenza trasversale .....	79
Tabella 31	Coefficienti $\xi$ in funzione delle verticali indagate .....	80
Tabella 32	Valori stimati dei coefficienti di Winkler orizzontale e verticale (sintesi tra lato mare e lato terra) .....	84
Tabella 33	Carichi orizzontali massimi permanenti e variabili (condizioni BD e BS) al netto dell'azione sismica (su singolo palo e su modulo di fondazione più caricato).....	87
Tabella 34	Carichi orizzontali massimi indotti dal sisma (su singolo palo) .....	88
Tabella 35	Carichi orizzontali massimi indotti dal sisma (su moduli fondazione).....	88
Tabella 36	Output verifiche pali a forze orizzontali (resistenza) – Pali rotaia lato terra dietro trave .....	89
Tabella 37	Output verifiche pali a forze orizzontali (resistenza) – Pali rotaia lato terra no trave .....	89
Tabella 38	Output verifiche analitiche a forze verticali (cedimenti).....	91
Tabella 38 –	Coefficienti da applicare alle azioni (permanent, variabili, sismiche) .....	94
Tabella 39 –	Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno .....	94
Tabella 40 –	Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo .....	95
Tabella 41 –	Parametri geotecnici parzializzati impiegati nelle verifiche.....	95

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>6</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica si riferisce al progetto definitivo di adeguamento della banchina di ormeggio del molo polisetoriale del porto di Taranto. Nell'ambito dell'intervento è prevista la realizzazione del nuovo impalcato di banchina oltre che delle nuove travi di corsa, lato banchina esistente (terra) e lato nuovo implacato (mare), a servizio delle nuove gru di banchina.

In seno al presente elaborato viene riportata, in primo luogo, una breve descrizione di inquadramento geologico e sismico della zona in questione.

Nel seguito viene illustrata e motivata le scelta degli schemi geotecnici adottati per il calcolo, unitamente alle modalità attraverso le quali si è addivenuti alla caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto.


In ultimo è riportata la trattazione relativa alla verifica e dimensionamento geotecnico delle opere previste in progetto.

Nel corpo del testo vengono riassunti gli elementi essenziali dell'analisi svolta; nella sezione allegati, in calce, viene restituito il dettaglio delle elaborazioni svolte, sia relative all'elaborazione dei dati a disposizione per la caratterizzazione geologico-tecnica e geotecnica dei litotipi sia relative alle verifiche di resistenza e di deformabilità svolte.

## 2. CENNI DI INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Le opere in progetto si inseriscono, dal punto di vista geologico, alle propaggini meridionali dell'Avanfossa Appenninica (Fossa Bradanica), ampiamente studiata, le cui caratteristiche peculiari si trovano in una vasta bibliografia in materia.

In questa sede si richiamano brevemente le caratteristiche geologiche e strutturali delle formazioni affioranti nell'area dove si collocano le opere in progetto, facendo riferimento in particolare a quanto riportato nel Foglio 202 "Taranto" della Carta Geologica di Italia (cfr. Relazione Geologica, parte integrante del progetto). I cenni riferiti in queste pagine costituiscono semplicemente la premessa per una corretta interpretazione dell'assetto del sottosuolo interessato dal progetto e per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei materiali naturali interessati dalle opere, per come derivabili sia dallo storico delle campagne pregresse effettuate sia dalla nuova campagna ad hoc appena esperita.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>7</b> Di <i>of</i> <b>266</b>


Le formazioni affioranti nell'ambito e nei dintorni dell'area di progetto possono essere descritte, dal basso verso l'alto, come segue:

Calcarea di Altamura – È il termine più recente della successione mesozoica ed appartiene al Cretaceo. Dal punto di vista litologico si tratta di calcari micritici microfossiliferi e di calcari a Rudiste, ben stratificati e in diverso grado fratturati e carsificati; a luoghi si rinvengono, al loro interno, interstrati di calcari dolomitici e di dolomie grigio-scure. Questa formazione è delimitata, superiormente, da superfici di erosione e ricoperta da depositi trasgressivi plio-pleistocenici rappresentati, nella maggior parte dei casi, dalla Calcarenite di Gravina. L'esistenza di una superficie di erosione è avvalorata dal fatto che i calcari, a contatto con la copertura sedimentaria plio-pleistocenica, sono forati dai litofagi.

Calcarenite di Gravina – Questa formazione poggia in trasgressione sul Calcarea di Altamura ed affiora in lembi più o meno estesi allungati in direzione Ovest-Est, a ridosso delle ripe delle Murge, in una fascia compresa tra Massafra e San Marzano. Litologicamente si tratta di una calcarenite organogena, porosa e poco compatta, talvolta nota come "tufo zappigno"; presenta un colore bianco-giallastro ed è costituita sia da clasti derivati dalla degradazione dei calcari cretacei sia da gusci di organismi marini, interi o in frammenti. Il deposito, nel suo complesso, è poco diagenizzato ed ha un aspetto massiccio con irregolari suddivisioni in banchi o, più raramente, in strati. Le caratteristiche granulometriche dei clasti sono variabili e si presentano maggiori nei tratti più vicini alla costa, mentre diminuiscono via via che si va verso l'interno. Lo spessore della formazione si presenta variabile con dimensioni decrescenti con l'approssimarsi alla costa. La Calcarenite di Gravina, in alto e lateralmente, passa stratigraficamente alle Argille subappennine.

Argille Subappennine – Costituiscono il termine batimetricamente più profondo del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica. Si tratta di argille marnose e siltose, marne argillose e talora decisamente sabbiose, di colore grigio azzurro o grigio-verdino; se alterate assumono una colorazione bianco-giallastra. I litotipi più plastici si trovano nella parte bassa della formazione, mentre verso l'alto prevalgono i litotipi limosi fino a sabbiosi. Lo spessore di questa formazione varia da luogo a luogo e raggiunge comunque in taluni punti potenze fino a circa 70÷80 m (e oltre), mentre in altri lo spessore non supera i dieci metri. Gli studi dedicati a queste formazioni hanno concluso che la loro sedimentazione è avvenuta inizialmente in tre distinti bacini, posti a profondità decrescenti verso Nord-Est, separati da due dorsali in parte emerse ed orientate da Nord-Ovest a Sud-Est. Questo motiva il particolare andamento morfologico del tetto di queste formazioni.

Depositi marini terrazzati – Si tratta di depositi essenzialmente calcarenitici riferibili ad almeno sei cicli sedimentari formati a seguito del ritiro del mare verso le attuali linee di costa durante tutto il Pleistocene medio-superiore. Dal punto di vista litologico queste formazioni sono considerate delle calcareniti, raggruppate terminologicamente nei depositi sia calabrianici sia post-calabrianici,

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>8</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

nella formazione della "Calcarenite M. Castiglione". Si discostano sensibilmente dalle comuni Calcareniti di M. Castiglione per la presenza di una considerevole percentuale di materiale vulcanico; presentano caratteri litologici sensibilmente diversi in funzione del ciclo di sedimentazione cui appartengono. Questi depositi marini terrazzati poggiano con contatto trasgressivo su superfici di abrasione incise, a vari livelli e in tempi diversi, nei termini inferiori della serie plio-calabrianica della Fossa Bradanica e, in qualche caso, nei calcari cretacei. Lo spessore massimo di queste formazioni raggiunge i dieci metri circa.

Depositi alluvionali e di spiaggia recenti – Questi depositi sono costituiti da sabbie, limi e ghiaie alluvionali attuali e recenti nonché da argille, da limi nerastrati palustri e da sabbie costiere attuali. Lo spessore delle alluvioni è sempre modesto e raggiunge soltanto localmente l'ordine di qualche metro.

L'insieme di queste formazioni determina nell'area in esame una sostanziale concordanza fra morfologia e tettonica. Infatti, i rilievi corrispondono ad alti strutturali costituiti dal calcare di Altamura, mentre le aree pianeggianti corrispondono a zone strutturalmente più depresse, costituite da copertura sedimentaria.


Gli strati della successione carbonatica cretacea formano un'estesa monoclinale con immersione a S-SO, complicata da blande pieghe e interrotta da sistemi di faglie di direzione ONO-ESE.

La copertura sedimentaria deposta in seguito alla trasgressione plio-pleistocenica mostra non aver subito la fase tettonica disgiuntiva che ha interessato i calcari cretacei, favorendo in parte il processo di carsificazione che li caratterizza. Insieme, però, i calcari e la copertura sedimentaria hanno subito lenti sollevamenti, differenziati nel tempo, che hanno portato alla deposizione in terrazzi dei sedimenti dei cicli marini post-calabrianici.

Gli effetti del sollevamento tettonico post-calabrianico, insieme con le oscillazioni glacioeustatiche, si osservano nella configurazione del paesaggio con tipiche forme di coste in sollevamento, rappresentate da una successione di ripiani e di gradini degradanti dalle Murge verso il mare. Questi ripiani e gradini corrispondono rispettivamente a superfici di spianamento marino, sia di accumulo sia di abrasione, ed a paleolinee di costa.

Gli aspetti geomorfologici naturali del territorio strettamente contiguo al molo polisetoriale erano quelli tipici connessi con la presenza di cordoni dunari stabili. In particolare, essi erano dati da una serie di modesti dossi, a sviluppo planimetrico caratterizzato da un netto asse di allungamento subparallelo alla linea di costa, intervallati da piccole vallecicole.

I dislivelli tra culmini contigui raggiungevano ordini di grandezza prossimi a 5 m, con quote topografiche massime di circa 7 m.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>9</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

Gli stessi cordoni dunari erano separati dalla battigia tramite un'ampia spiaggia delimitata, a monte, da un ripido gradino di tempesta, generato dalle più violente mareggiate. Tale gradino era in fase di attiva erosione regressiva, con conseguente scalzamento al piede delle dune prospicienti il mare.

Simili aspetti sono stati del tutto cancellati dalla costruzione del Molo Polisetoriale, per la cui realizzazione è stato anche necessario, a suo tempo, provvedere ad una deviazione del fiume Tara. Il tratto di alveo abbandonato è stato inglobato nel piazzale, il cui piano finito è stato portato a 3 m sul livello del mare. Solo nella zona che ospita gli edifici codesto piano è stato lasciato a quota 2 m. L'area adibita a parcheggi, invece, ha ancora la sua morfologia originaria, con quote variabili tra 1 e 3 m.

Al di là delle ovvie azioni del mare, il sito d'intervento è esente da ulteriori fattori dinamici naturali che possano provocare alterazioni del suo attuale stato d'equilibrio.

L'idrogeologia dell'area risulta coerente da un lato con l'intero contesto geologico che caratterizza questo versante della costa pugliese e, dall'altro lato, con la natura delle formazioni affioranti nell'area di progetto. In essa, infatti, si ha una circolazione di acque sotterranee che attraversa, secondo canali preferenziali, il reticolo delle fessurazioni di natura carsica che caratterizza le formazioni calcaree del periodo cretaceo. La copertura, talvolta diretta, delle argille sub-appenniniche sulla formazione cretacea determina, in alcune zone, un regime di falda in pressione comportando la conseguente fuoriuscita di scaturigini sottomarine, talvolta salmastre, talvolta ancora perfettamente dolci. Nei depositi recenti di origine alluvionale è comunque possibile il rinvenimento di una falda freatica superficiale, definibile effimera e locale, le cui potenzialità sono comunque limitate.



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>		
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>		
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>10</b> Di <i>of</i>	<b>266</b>

Quanto appena riassunto è inquadrabile, di fatto, nella seguente possibile schematizzazione delle formazioni presenti nell'area ai fini della permeabilità e delle modalità di possibile circolazione delle acque:

Rocce permeabili per fratturazione e carsismo: rocce carbonatiche del substrato mesozoico;

Rocce permeabili per porosità: rocce calcarenitiche e sabbioso-conglomeratiche;

Rocce poco permeabili o praticamente impermeabili: depositi palustri ed alluvionali limo-argillosi ed argille grigio-azzurre (plioceniche).

La preponderanza, nell'entroterra, di litotipi permeabili del primo tipo comporta una notevole infiltrazione delle acque meteoriche con conseguente scarso deflusso superficiale attraverso un reticolo povero costituito solo da alcune incisioni (gravine e fossi). Dette linee di drenaggio a giorno risultano percorse da portate significative d'acqua solo in occasione di eventi meteorici caratterizzati da intensità di rilievo. Il meccanismo appena sintetizzato è quello che determina la ricarica dell'acquifero di base che ha sede all'interno delle rocce carbonatiche del cretaco, presente in tutte le sub-regioni murgiana e salentina. La circolazione delle acque della falda profonda de qua avviene sia a pelo libero sia in pressione, come già in precedenza chiarito. In corrispondenza della linea di costa si manifestano alcune polle sorgentizie anche cospicue, pure di tipo sottomarino (citri).

Con specifico riferimento all'area d'intervento appare di scarso significato aggiungere ulteriori dettagli relativi all'idrogeologia, data anche la natura della stessa, costituita in tempi recenti per colmata con materiali artificiali ed in aggetto verso il mare. Ivi, infatti, la circolazione delle acque sotterranee è rappresentata dal miscelamento continuo fra le acque della foce del fiume Tara (ed ulteriori manifestazioni sorgentizie) e l'acqua di mare.

### 3. CARATTERISTICHE SISMICHE DELLA ZONA

In termini di zona vasta, l'area di progetto, ricadente all'interno del territorio comunale di Taranto, è ubicata ove raramente avvengono terremoti nel sottosuolo. Sismi di bassa intensità si sono sviluppati, in passato, sul territorio senza effetti significativi. L'area però può risentire, talvolta in maniera marcata, dei terremoti che avvengono nelle strutture sismiche adiacenti (Appennino Calabro – Lucano, placca Dinarica). Nella fattispecie gli eventi sismici che hanno fatto risentire maggiormente il loro effetto nell'area di Taranto sono, per l'appunto, i due avvenuti in Basilicata e nella Placca Dinarica o Basso Ionio, come desumibile dal "Catalogo dei forti terremoti italiani dal 461 a.c. al 1980", edito dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), (cfr. la sottostante Tabella 1).


	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i> <b>11</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

Tabella 1 Indice dei terremoti che hanno fatto risentire il loro effetto nel territorio di Taranto

Date	Time	Is	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country
1980 11 23	18:34:52	IV	40.85	15.283	b	10	10	1395	147	6.7	!	Irpinia-Basilicata	Italy
1743 02 20	16:30	VII	40.25	18.05	b	9	9	86	577	6.9	!	Basso Ionio	Italy

Entrando nel dettaglio dell'area di progetto, appartenendo amministrativamente al territorio comunale di Taranto essa veniva classificata, a suo tempo (Decreti antecedenti il 1984), N.C., come rappresentato nella seconda colonna della Tabella 2.

Tabella 2 Classificazione sismica dell'area oggetto di intervento

Comune	CLASSIFICAZIONE SISMICA					
	Decreti fino al 1984	Proposta del GDL del 1998	O.P.C.M. n. 3274/2003 e s.m.i.	D.G.R. Puglia n. 153/2004	Accelerazione orizzontale max $a_g/g^*$	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $a_g/g$
Taranto	N.C.	III Categoria	Zona 3	Zona 3	$0,05 \leq a_g/g < 0,15$	0,15

\* Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, con riferimento ad un suolo di tipo "A".

Successivamente, con la proposta del GDL del 1998, il territorio comunale di Taranto veniva classificato quale zona sismica di "III Categoria" (cfr. terza colonna di cui alla Tabella 2). Ancora, a valle della emanazione dell'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e della D.G.R. Puglia n. 153 del 02/03/2004 veniva confermato l'orientamento precedente risultando il territorio di Taranto inserito in "Zona 3" (cfr. quarta e quinta colonna di cui alla Tabella 2), ovvero a basso rischio sismico.

Nella fattispecie la Zona 3 è caratterizzata da un'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  compresa tra il valore  $0,05 \cdot g$  e  $0,15 \cdot g$  (con riferimento ad un suolo tipo "A"), mentre l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico è pari a  $0,15 \cdot g$ .

Quanto appena riferito è riscontrabile graficamente anche sulla Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta dall'INGV, il cui stralcio relativo all'area di interesse è riproposto nella sottostante Figura 1. Nella fattispecie si rilevano valori di accelerazione orizzontale massima nello stretto intorno dell'area di progetto (cerchiata in rosso) compresi tra  $0,05 \cdot g$  e  $0,10 \cdot g$ .

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>12</b>	<b>266</b>

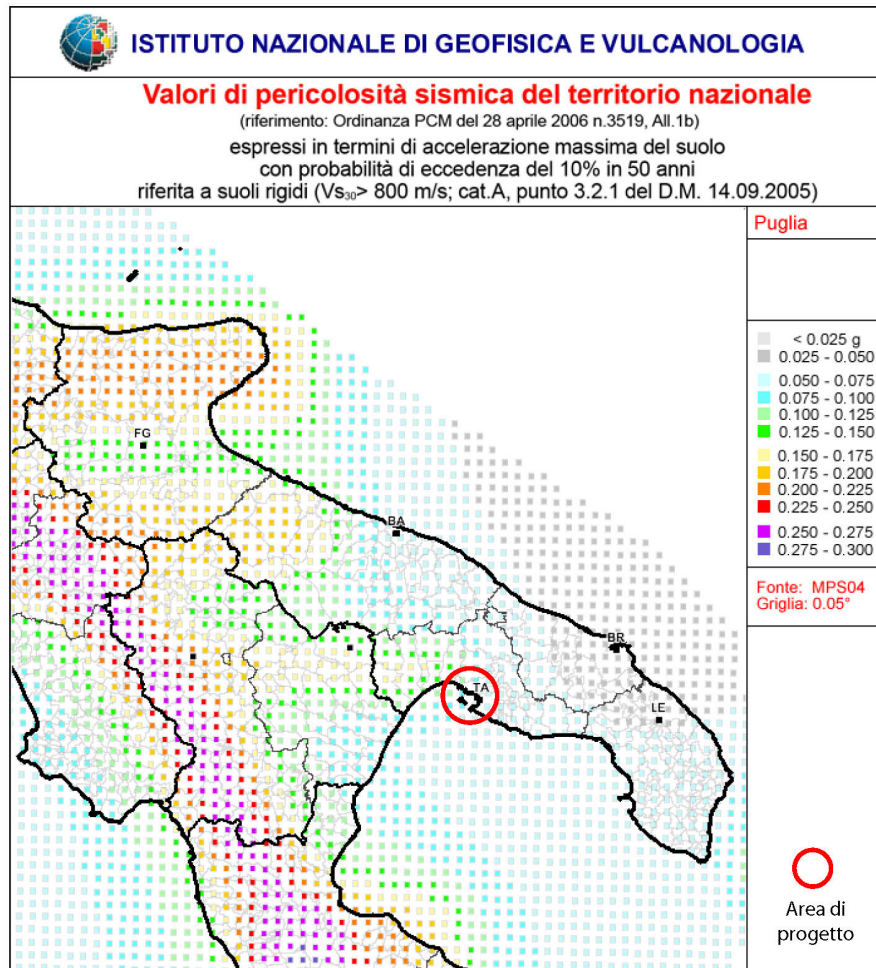



Figura 1 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (fonte INGV)

In accordo con la vigente normativa, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Come noto, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Nella fattispecie le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate il 14/01/2008, prevedono, per la valutazione delle azioni sismiche, di fare riferimento alla zonazione di dettaglio del territorio nazionale redatta dall'INGV.

Secondo tale modello, su tutto il territorio nazionale si è disposta una maglia di punti per ognuno dei quali è stato assegnato un valore di accelerazione massima su substrato rigido  $a_g$ , un fattore di

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>13</b>	<b>266</b>

amplificazione spettrale  $F_0$  ed un periodo caratteristico  $T_c^*$  relativi all'evento sismico atteso in un dato tempo di ritorno, quest'ultimo essendo funzione della vita attesa dell'opera e della classe di utilizzo.

Note le coordinate geografiche del punto di interesse, è possibile trovare i quattro punti della maglia che lo circoscrivono e ricavare le tre grandezze citate per il punto specifico interpolando tra i valori dei punti forniti dall'INGV. Nel caso specifico le coordinate del sito sono le seguenti:

Tabella 3 Coordinate baricentriche della banchina oggetto di ampliamento

<b>LATITUDINE</b>	40,502124[°] (Coordinate geografiche espresse in ED50)
	40,501138 [°] (Coordinate geografiche espresse in WGS84)
<b>LONGITUDINE</b>	17,155953 [°](Coordinate geografiche espresse in ED50)
	17,155151[°] (Coordinate geografiche espresse in WGS84)

ed i relativi identificativi dei punti più vicini del reticolo sono:

Tabella 4 Coordinate dei punti di riferimento del reticolo di zonizzazione di dettaglio del territorio INGV

Siti di riferimento	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	34354	40,526830	17,107760	4913,7
<b>Sito 2</b>	34355	40,524690	17,173450	2921,8
<b>Sito 3</b>	34577	40,474740	17,170630	3288,2
<b>Sito 4</b>	34576	40,476870	17,105010	5142,4

Note le coordinate del sito, per determinare i parametri sismici è necessario definire la vita nominale dell'opera (numero di anni per i quali la struttura deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata –  $V_N$ ) ed il coefficiente d'uso  $C_U$  (definito a partire dalla classe d'uso della struttura). Il prodotto di questi due termini fornisce il periodo di riferimento  $V_R$  dell'opera.

Nel caso specifico, in modo cautelativo con riferimento al tipo di opera di cui trattasi, sono stati stimati i seguenti valori per la vita nominale dell'opera ed il coefficiente d'uso:

$V_N$  è pari a 100 anni;

$C_U$  è pari a 1,5;

di conseguenza si ottiene una periodo di riferimento  $V_R$  pari a 150 anni.

Il periodo di ritorno  $T_R$  dell'azione sismica si ricava con la seguente espressione:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>14</b>	<b>266</b>

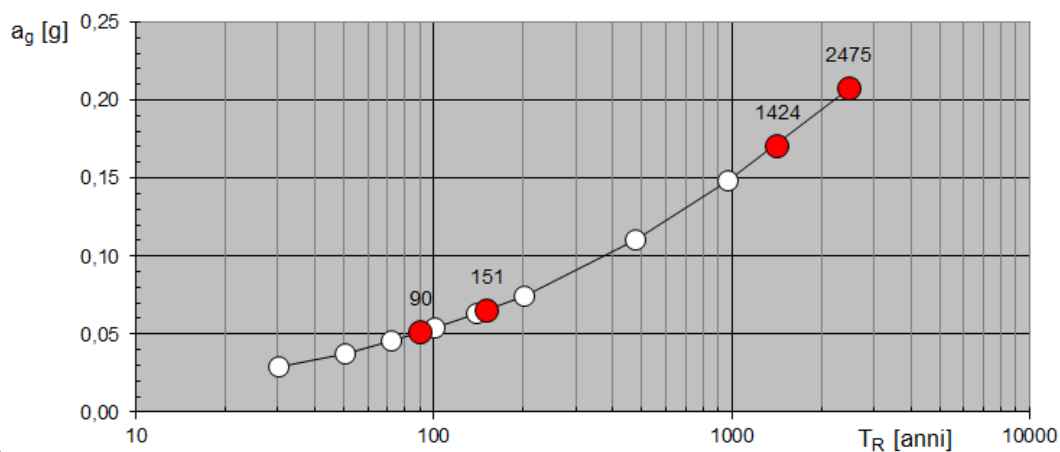
$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

dove  $P_{VR}$  è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento ed è funzione dello stato limite considerato (cfr. sottostante Tabella 5).

Tabella 5 Stati limite e relativa probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R$

Stati Limite	P <sub>VR</sub> : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V <sub>R</sub>	
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite di Esercizio	SLV	10%
	SLC	5%

I parametri sismici interpolati, funzione del tempo di ritorno, sono quelli riportati nei grafici di Figura 2



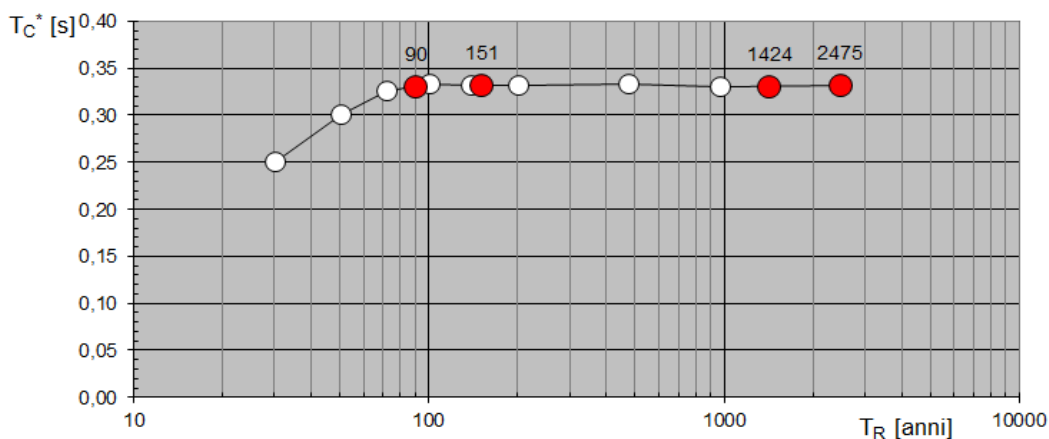
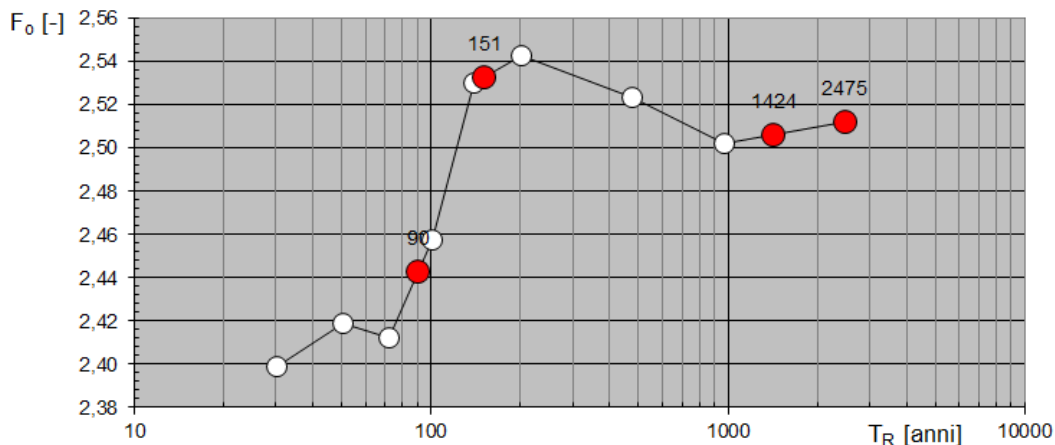


Figura 2 Grafici dei parametri sismici in funzione del tempo di ritorno

In tali condizioni si ottengono i seguenti parametri sismici da impiegare per la definizione dell'azione sismica di progetto:

Tabella 6 Parametri sismici

<b>PARAMETRI DELLO SPETTRO</b>					
<b>STATO LIMITE</b>	<b><math>P_R</math></b>	<b><math>T_R</math></b>	<b><math>a_g</math></b>	<b><math>F_0</math></b>	<b><math>T_C^*</math></b>
	<b>[%]</b>	<b>[anni]</b>	<b>[g]</b>	<b>[-]</b>	<b>[s]</b>
<b>SLO</b>	81%	90	0.051	2.443	0.331
<b>SLD</b>	63%	151	0.065	2.533	0.332
<b>SLV</b>	10%	1424	0.171	2.505	0.331
<b>SLC</b>	5%	2475	0.208	2.501	0.331

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>16</b>	<b>266</b>

Gli spettri di risposta elastici  $S_e(T)$ , in funzione degli stati limite, sono rimessi nella successiva Figura 3:

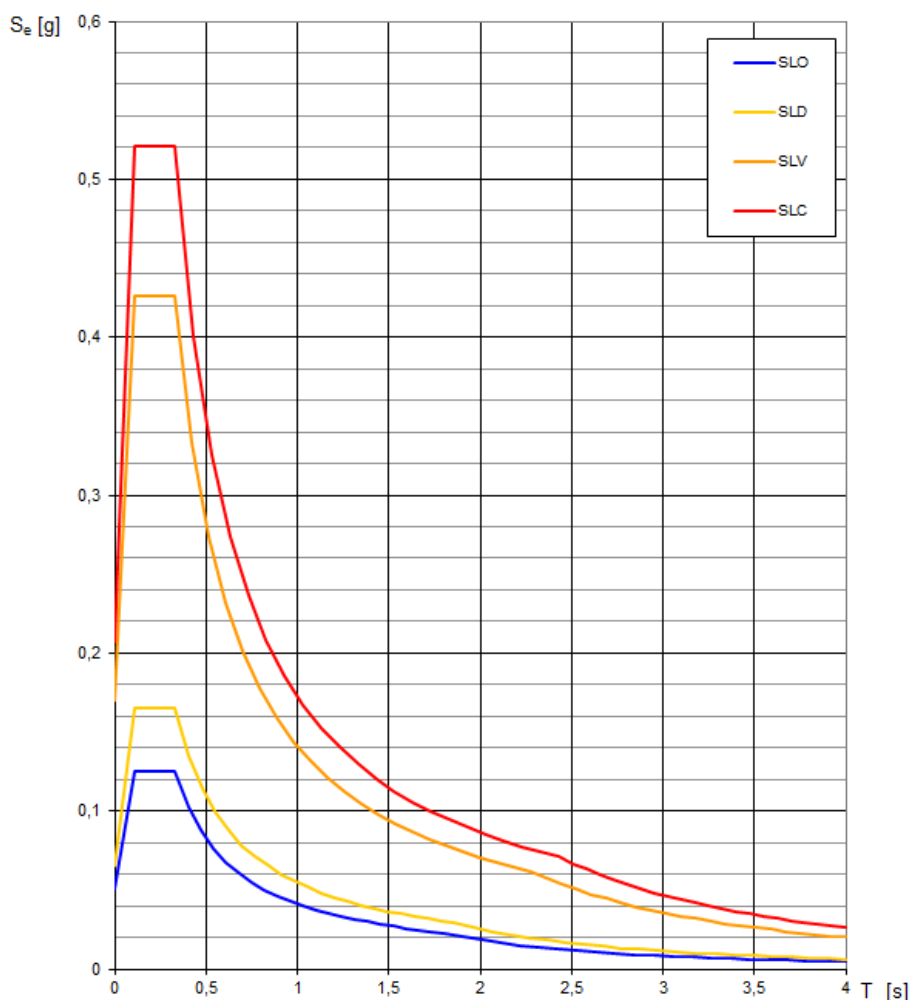


Figura 3 Spettri di risposta elastici funzione degli stati limite

Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche medie dei terreni d'imposta delle opere sono infine tali da ricondurre la classificazione a quella di categoria di suolo "C" (cfr. paragrafo 8.7) a cui corrisponde un valore massimo del "coefficiente di amplificazione stratigrafica" "S<sub>s</sub>" che varia da 1,390 a 1,5 a seconda dello stato limite considerato.

Il sito in esame risulta inoltre essere riconducibile alla categoria topografica T1 alla quale corrisponde un "coefficiente di amplificazione topografica" S<sub>T</sub> = 1,0.












	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>17</b>	<b>266</b>

## 4. SINTESI DELLE RISULTANZE D'INTERESSE RELATIVE ALLE CAMPAGNE DI INDAGINI PREGRESSE







### 4.1 Premessa

Per le problematiche specifiche relative al dimensionamento e verifica delle opere di fondazione delle due rotaie, su banchina esistente e su nuova appendice di banchina, preposte ad ospitare le rotaie d'appoggio dei carrelli delle nuove gru a portale, in aggiunta alla nuova e dedicata campagna di indagine esperita ad hoc nel mese di giugno 2012 (cfr. paragrafi 5 e 6 e relativi sottoparagrafi), è risultato d'interesse procedere anche alla disamina delle risultanze delle campagne pregresse che hanno interessato l'area del Porto di Taranto. La Tabella 7 Tabella di sintesi delle campagne geognostiche pregresse dal giugno 1970 al giugno 2012 che segue riassume schematicamente le diverse campagne d'indagine esperite dal giugno 1970 al giugno 2012, mentre in Figura 4 si riporta la loro ubicazione planimetrica con evidenziazione dei punti di indagine dell'attuale campagna giugno 2012.

Tabella 7 Tabella di sintesi delle campagne geognostiche pregresse dal giugno 1970 al giugno 2012

ID	PERIODO DI RIFERIMENTO	CAMPAGNE INDAGINI GEOGNOSTICHE - PORTO DI TARANTO	
1	GIUGNO 1970		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL GIUGNO 1970 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON JUNE 1970</i>
2	GIUGNO 1972		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL GIUGNO 1972 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON JUNE 1972</i>
3	OTTOBRE 1976		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL GIUGNO 1970 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON JUNE 1971</i>
4	OTTOBRE 1976		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL GIUGNO 1972 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON JUNE 1973</i>
5	NOVEMBRE 1987		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL NOVEMBRE 1987 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON NOVEMBRE 1987</i>
6	APRILE 1990		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NELL'APRILE 1990 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON APRIL 1990</i>
7	DICEMBRE 1990		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL DICEMBRE 1990 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON DECEMBER 1990</i>
8	MAGGIO 1998		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL MAGGIO 1998 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON MAY 1998</i>
9	MAGGIO 1998		SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL MAGGIO 1998 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON MAY 1998</i>

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>18</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

ID	PERIODO DI RIFERIMENTO	CAMPAGNE INDAGINI GEOGNOSTICHE - PORTO DI TARANTO	
10	NOVEMBRE 1998	BHx 	SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL NOVEMBRE 1998 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON NOVEMBER 1998</i>
11	APRILE 1999	SVx 	SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NELL'APRILE 1999 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON APRIL 1999</i>
12	MAGGIO 1999	Sx 	SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NEL MAGGIO 1999 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON MAY 1999</i>
13	OTTOBRE 2008	BHx 	SONDAGGI MECCANICI ESEGUITI NELL'OTTOBRE 2008 <i>MECHANICAL BOREHOLES CARRIED OUT ON OCTOBER 2008</i>
14	GIUGNO 2012	RSx 	NUOVI SONDAGGI MECCANICI IN CORRISPONDENZA DELLA ROTAIA <i>NEW MECHANICAL BOREHOLES BELOW TH RAIL BEAM</i>
15	GIUGNO 2012	BSx 	NUOVI SONDAGGI MECCANICI IN CORRISPONDENZA DELLA BANCHINA <i>NEW MECHANICAL BOREHOLES NEAR THE QUAY</i>
Evidenziazione sondaggi nuova campagna geognostica giugno 2012			



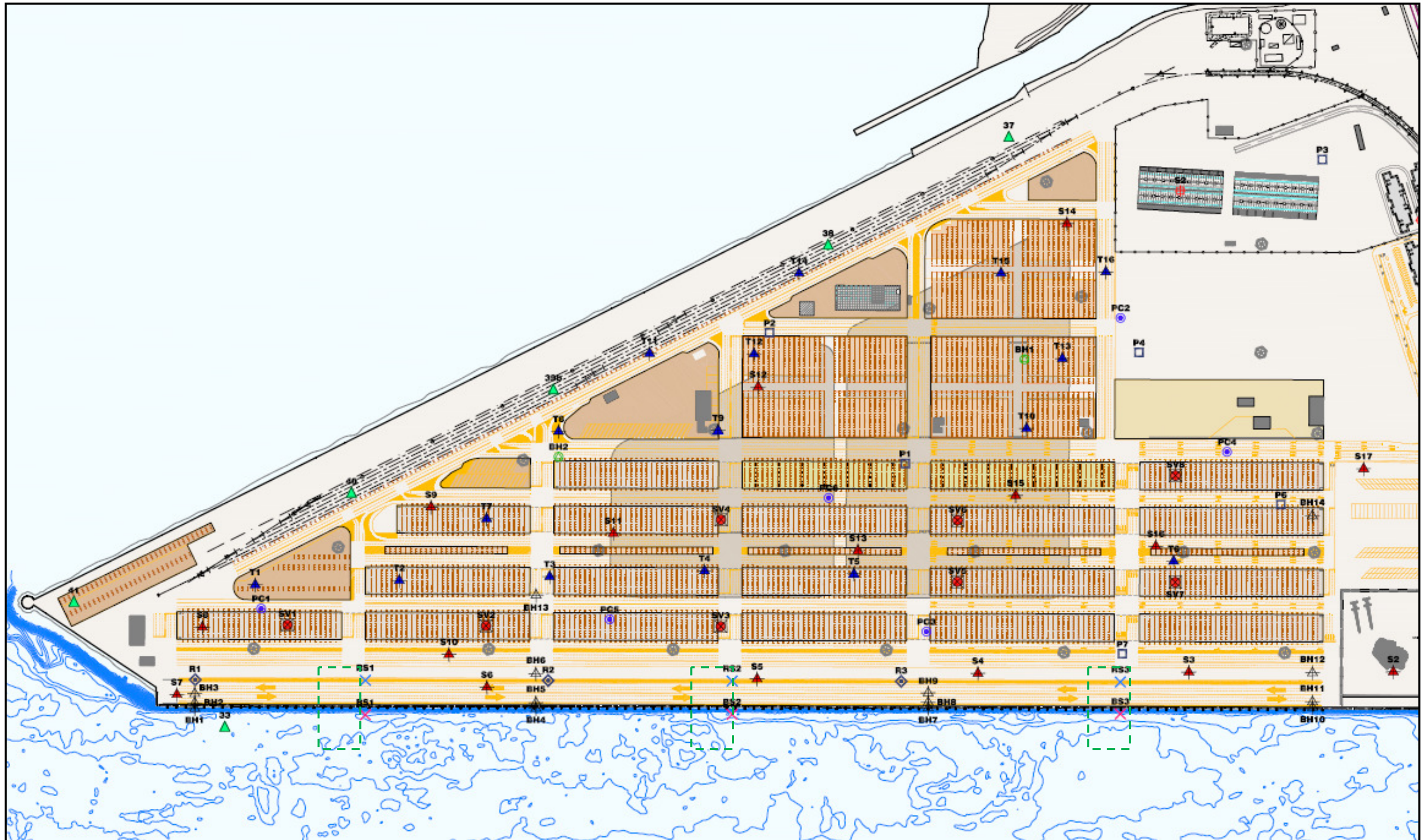


Figura 4 Ubicazione planimetrica dei punti di indagine geognostica afferenti alle campagne dal giugno 1970 al giugno 2012



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>20</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

In particolare, dallo studio della documentazione disponibile in rapporto alle esigenze del problema de quo si è optato, con particolare riferimento al posizionamento planimetrico dei sondaggi oltre che alla natura, numerosità e qualità dei dati derivanti dalle prove di laboratorio eseguite, di focalizzare l'attenzione sulla campagna d'indagine dell'ottobre 2008 (campagna BH2008). Detta campagna è consistita in una serie di sondaggi e prove in situ eseguiti direttamente dall'estradosso della banchina ed in attraversamento della stessa (in posizione prossima alla nuova rotaia lato terra) oltre che a mare, a filo rispetto all'attuale fronte di banchina; secondo il dettaglio qui di seguito riassunto, sono stati presi in considerazione i soli sondaggi, e relative prove in situ e di laboratorio su campioni indisturbati, utili perché allineati e prossimi alle linee di sviluppo dei nuovi binari di corsa:

- sondaggi in banchina prossimi alla realizzanda rotaia lato banchina: BH2, BH3, BH5, BH6, BH8, BH9, BH11, BH12 (di seguito più brevemente campagna BH2008 – lato banchina);
- sondaggi a mare a filo fronte banchina (per rotaia da realizzare sull'ampliamento banchina): BH1, BH4, BH7, BH10 (di seguito più brevemente campagna BH2008 – lato mare).

## **4.2 Rotaia di corsa su banchina esistente: campagna BH2008 – lato banchina**

Per come chiarito al paragrafo precedente si tratta dei sondaggi BH2, BH3, BH5, BH6, BH8, BH9, BH11, BH12 e relative prove (in situ ed in laboratorio). Le stratigrafie di dette perforazioni a carotaggio continuo sono state impiegate, unitamente a quelle relative alla nuova campagna geognostica del giugno 2012, nella ricostruzione dello schema geotecnico di calcolo.

Prima di passare a descrivere in modo sintetico la stratigrafia riscontrata in detti sondaggi, è bene ricordare che la campagna 2008 – lato banchina si caratterizza per una serie di perforazioni eseguite nel corpo dei cassoni in c.a. (BH2 – BH5 – BH8 – BH11) ed una serie di perforazioni eseguite nel corpo di riempimento della piattaforma del molo (BH3 – BH6 – BH9 – BH12).

In breve, i report stratigrafici evidenziano quanto segue, avendo cura di ragionare già in termini di litotipi<sup>1</sup> di interesse ai fini dello schema geotecnico di calcolo:

### **Sondaggio BH2**

da 0 m a -2,6 m      ⇒      cassoni in cls banchina;

da -2,6 m a -5,4 m      ⇒      vuoto;

<sup>1</sup> Per la definizione dei litotipi A, B (a sua volta poi suddiviso in B1 e B2) e C di schematizzazione del sottosuolo di progetto ai fini del calcolo si rimanda alla consultazione del paragrafo 8 e relativi sottoparagrafi. Ovviamente tale nota assume carattere di validità ogni qualvolta viene citato uno dei litotipi indicati prima del paragrafo 8.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>21</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

- da -5,4 m a -17,0 m ⇒ cassoni in cls banchina;
- da -17,0 m a -20,4 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,4 m a -49,8 m ⇒ LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH5**

- da 0 m a -2,2 m ⇒ cassoni in cls banchina;
- da -2,2 m a -5,2 m ⇒ vuoto;
- da -5,2 m a -16,0 m ⇒ LITOTIPO A - Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)<sup>2</sup>;
- da -16,0 m a -16,8 m ⇒ cassoni in cls banchina;
- da -16,8 m a -20,0 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,0 m a -49,8 m ⇒ LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH8**


- da 0 m a -1,9 m ⇒ cassoni in cls banchina;
- da -1,9 m a -4,0 m ⇒ vuoto;
- da -4,0 m a -15,0 m ⇒ LITOTIPO A - Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)<sup>3</sup>;
- da -15,0 m a -17,0 m ⇒ cassoni in cls banchina;
- da -17,0 m a -20,2 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,0 m a -50,0 m ⇒ LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH11**

---

<sup>2</sup> Il materiale di riempimento dei cassoni, viste le caratteristiche fisiche, geotecniche e granulometriche è stato comunque ascritto al LITOTIPO A.

<sup>3</sup> Cfr. nota 2.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>22</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

- da 0 m a -3,0 m      ⇨      cassoni in cls banchina;
- da -3,0 m a -6,0 m      ⇨      vuoto;
- da -6,0 m a -17,0 m      ⇨      cassoni in cls banchina;
- da -17,0 m a -21,0 m      ⇨      LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -21,0 m a -49,8 m      ⇨      LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH3**

- da 0 m a -0,4 m      ⇨      pavimentazione banchina;
- da -0,4 m a -18,0 m      ⇨      LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -18,0 m a -19,7 m      ⇨      LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -19,7 m a -40,6 m      ⇨      LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH6**

- da 0 m a -0,3 m      ⇨      pavimentazione banchina;
- da -0,3 m a -12,7 m      ⇨      LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -12,7 m a -13,5 m      ⇨      LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -13,5 m a -40,0 m      ⇨      LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH9**

- da 0 m a -0,3 m      ⇨      pavimentazione banchina;
- da -0,3 m a -14,0 m      ⇨      LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -14,0 m a -15,6 m      ⇨      LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -15,6 m a -40,2 m      ⇨      LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>23</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

### **Sondaggio BH12**

- da 0 m a -0,3 m      ⇒      pavimentazione banchina;
- da -0,3 m a -16,0 m      ⇒      LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -16,0 m a -23,3 m      ⇒      LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -23,3 m a -40,0 m      ⇒      LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

Per quanto riguarda le prove di laboratorio e le prove in situ quel che segue è quanto ritenuto utile ai fini della presente trattazione:

- per la caratterizzazione dei litotipi A e C, in assenza di prove di laboratorio in quanto terreni non campionabili in modo indisturbato (o quanto meno a limitato disturbo), sono stati utilizzati i risultati delle prove SPT (Standard Penetration Test) eseguite in foro di sondaggio, impiegando una serie di correlazioni, di riconosciuta affidabilità, disponibili nella letteratura di settore (cfr. dettaglio rimesso nell'ALLEGATO 1a);
- per la caratterizzazione del litotipo B (e successiva sotto ripartizione in B1 e B2) sono stati utilizzati gli esiti delle prove di laboratorio, eseguite su campioni prelevati in modo indisturbato (o quanto meno a limitato disturbo), per la determinazione dei parametri fisici (peso dell'unità di volume, etc.) e meccanici (coesione non drenata, modulo elastico, etc.; cfr. dettaglio rimesso nell'ALLEGATO 1b).

Nel rimandare ai già citati ALLEGATO 1a ed ALLEGATO 1b per il dettaglio relativo alla trattazione alfanumerica e grafica dell'insieme dei dati disponibili, qui di seguito se ne propone una sintesi focalizzata sui parametri di maggiore interesse, perché funzionali ai calcoli di dimensionamento e di verifica da doversi svolgere in questa sede, secondo quanto rimesso sinotticamente nella Tabella 8 sottostante. Si precisa che i valori ivi riportati (siano essi "medi", "minimi" o "massimi") derivano da una "media ragionata", dunque non semplicemente aritmetica, e sono pertanto da considerarsi quali caratteristici per il litotipo cui si riferiscono.

Tabella 8 Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine BH2008 – lato banchina

<b>Litotipo</b>	<b>Parametri geotecnici</b>		<b>Valori medi</b>	<b>Valori minimi</b>	<b>Valori massimi</b>	<b>Unità di misura</b>
<b>LITOTIPO C</b> Riempimento corpo banchina con materiale incoerente	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	19,0	-	-	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione efficace	$c'$	0,0	0,0	0,0	kPa
	Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	32,0	27,0	35,0	°
	Modulo elastico	E	35,0	18,0	50,0	MPa



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>24</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO A</b> Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	18,0	-	-	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione efficace	$c'$	0,0	0,0	0,0	kPa
	Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	30,0	28,0	33,0	°
	Modulo elastico	E	30,0	23,0	35,0	MPa
<b>LITOTIPO B1</b> Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	19,5	19,0	20,5	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione non drenata	$C_u$	230	135	305	kPa
	Modulo elastico	E	16,0	11,0	20,0	MPa
<b>LITOTIPO B2</b> Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	20,0	20,7	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione non drenata	$C_u$	270	200	315	kPa
	Modulo elastico	E	26,0	18,0	32,0	MPa

Prima di concludere il presente sottoparagrafo si ritiene utile evidenziare due aspetti di cui si è tenuto conto nella determinazione dei valori medi/minimi/massimi del parametro  $C_u$  per i litotipi B1 e B2:

- sono stati scartati tutti i valori di  $C_u$  derivanti dalle prove di compressione ad espansione laterale libera (più brevemente prove ELL) in quanto i dati presentano una notevole dispersione (con un range che va da circa 100 kPa a circa 765 kPa) e, soprattutto, in quanto risultano poco cautelativi e non linea con le determinazioni ottenute con le prove triassiali, ritenute maggiormente attendibili;
- sono stati altresì portati in conto i valori di  $C_u$  ottenuti con pocket penetrometer che, sebbene derivanti da prova di tipo speditivo, sono risultati in linea con le determinazioni ottenute mediante prove triassiali.

### **4.3 Rotaia di corsa su nuovo impalcato banchina: campagna BH2008 – lato mare**

Per come chiarito al paragrafo 4.1 si tratta dei sondaggi BH1, BH4, BH7, BH10 e relative prove (in situ ed in laboratorio). Le stratigrafie di dette perforazioni a carotaggio continuo sono state

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>25</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

impiegate, unitamente a quelle relative alla nuova campagna geognostica del giugno 2012, nella ricostruzione dello schema geotecnico di calcolo.

In breve, i report stratigrafici evidenziano quanto segue, avendo cura di ragionare già in termini di litotipi di interesse ai fini dello schema geotecnico di calcolo:

### **Sondaggio BH1**

- da 0 m a -3,0 m           ⇒ struttura in cls banchina;
- da -3,6 m a -18,0 m   ⇒ mare;
- da -18,0 m a -20,45 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,45 m a -50,0 m ⇒ LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH4**

- da 0 m a -3,2 m           ⇒ struttura in cls banchina;
- da -3,2 m a -18,0 m   ⇒ mare<sup>4</sup>;
- da -18,0 m a -22,4 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -22,4 m a -50,0 m ⇒ LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH7**

- da 0 m a -16,5 m       ⇒ struttura in cls banchina + mare;
- da -16,5 m a -18,7 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -18,7 m a -51,0 m ⇒ LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BH10**

- da 0 m a -17,3 m       ⇒ struttura in cls banchina + mare;
- da -17,3 m a -22,2 m ⇒ LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);

---

<sup>4</sup> In realtà il livello medio marino è sempre a -3 m dal piano banchina, quindi l'indicazione di 3,2 m della struttura in cls della banchina sottintende che 20 cm sono sommersi.

---

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>26</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

da -22,2 m a -50,0 m      ⇨      LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

Per quanto riguarda le prove di laboratorio e le prove in situ quel che segue è quanto ritenuto utile ai fini della presente trattazione, analogamente a quanto visto in precedenza per i sondaggi lato banchina:

- per la caratterizzazione del litotipo A, in assenza di prove di laboratorio in quanto terreni non campionabili in modo indisturbato (o quanto meno a limitato disturbo), sono stati utilizzati i risultati delle prove SPT eseguite in foro di sondaggio, impiegando una serie di correlazioni, di riconosciuta affidabilità, disponibili nella letteratura di settore (cfr. dettaglio rimesso nell'ALLEGATO 2a).
- per la caratterizzazione del litotipo B (e successiva sotto ripartizione in B1 e B2) sono stati utilizzati gli esiti delle prove di laboratorio, eseguite su campioni prelevati in modo indisturbato (o quanto meno a limitato disturbo), per la determinazione dei parametri fisici (peso dell'unità di volume, etc.) e meccanici (coesione non drenata, modulo elastico, etc.; cfr. dettaglio rimesso nell'ALLEGATO 2b).

Nel rimandare ai già citati ALLEGATO 2a ed ALLEGATO 2b per il dettaglio relativo alla trattazione alfanumerica e grafica dell'insieme dei dati disponibili, qui di seguito se ne propone una sintesi focalizzata sui parametri di maggiore interesse, perché funzionali ai calcoli di dimensionamento e di verifica da doversi svolgere in questa sede, secondo quanto rimesso sinotticamente nella Tabella 9 sottostante. Si precisa che i valori ivi riportati (siano essi "medi", "minimi" o "massimi") derivano da una "media ragionata", dunque non semplicemente aritmetica, e sono pertanto da considerarsi quali caratteristici per il litotipo cui si riferiscono.

Tabella 9 Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine BH2008 – lato mare

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO A</b> Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	18,0	-	-	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione efficace	$c'$	0,0	0,0	0,0	kPa
	Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	30,0	29,0	33,0	°
	Modulo elastico	E	33,0	22,0	45,0	MPa
<b>LITOTIPO B1</b> Argille plioceniche di	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	19,5	18,8	20,3	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione non drenata	$C_u$	200	125	275	kPa

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>27</b>
			Di <i>of</i>	<b>266</b>

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
base superficiali (allentate)	Modulo elastico	E	16,0	10,0	20,0	MPa
<b>LITOTIPO B2</b>	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	19,9	20,7	kN/m <sup>3</sup>
Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Coesione non drenata	$C_u$	270	200	295	kPa
	Modulo elastico	E	21,0	14,0	26,0	MPa

Prima di concludere il presente sottoparagrafo si ritiene utile evidenziare due aspetti di cui si è tenuto conto nella determinazione dei valori medi/minimi/massimi del parametro  $C_u$  per i litotipi B1 e B2, in analogia a quanto fatto nell'elaborazione dei dati lato banchina:

- sono stati scartati tutti i valori di  $C_u$  derivanti dalle prove di compressione ad espansione laterale libera (più brevemente prove ELL) in quanto i dati presentano una notevole dispersione (con un range che va da circa 90 kPa a circa 550 kPa) e, soprattutto, in quanto risultano poco cautelativi e non linea con le determinazioni ottenute con le prove triassiali, ritenute più affidabili;
- sono stati altresì portati in conto i valori di  $C_u$  ottenuti con pocket penetrometer che, sebbene ricavati da prova di tipo speditivo, sono risultati in linea con le determinazioni ottenute mediante prove triassiali.

## 5. DESCRIZIONE NUOVA CAMPAGNA D'INDAGINE GIUGNO 2012

Ad integrazione di quelle svolte nel passato, nel mese di giugno 2012 è stata effettuata una nuova campagna di indagine geognostica volta alla caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni interessati dalle opere in progetto. Nella fattispecie essa si articola secondo il dettaglio qui di seguito descritto:

- N. 3 sondaggi lato banchina (RS1 – RS2 – RS3, cfr. Figura 4 per l'ubicazione in pianta), spinti fino ad una profondità massima di 68 m da p.c., con contestuale prelievo di n. 15 campioni indisturbati (n. 5 per ciascuna verticale investigata) da sottoporre a prove di laboratorio di caratterizzazione fisica, granulometrica e meccanica (parametri di resistenza e deformabilità);
- N. 3 sondaggi lato mare (BS1 – BS2 – BS3, cfr. Figura 4 per l'ubicazione in pianta), spinti fino ad una profondità massima di 65 m da p.c., con contestuale prelievo di n. 15 campioni indisturbati (n. 5 per ciascuna verticale investigata) da sottoporre a prove di laboratorio di

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>28</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

caratterizzazione fisica, granulometrica e meccanica (parametri di resistenza e deformabilità);

- N. 3 prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU, in affiancamento ai 3 sondaggi lato banchina (RS1-RS2-RS3), spinte fino ad una profondità massima di circa 20 m dal p.c.;
- indagini di tipo indiretto per la caratterizzazione sismica dei terreni interessati dal progetto costituite da:
  - N. 2 prospezioni sismiche in foro tipo Down-Hole (DH1-RS2 e DH2-RS1), spinte fino ad una profondità di 53,0 m dal p.c.;
  - N. 10 stendimenti sismici SS1.....SS10 da 115 m ciascuno (cfr. Figura 5 per ubicazione in pianta).

Si rimanda alla visione del paragrafo 6 e relativi sottoparagrafi per la descrizione degli esiti di tali indagini.

## 6. SINTESI RISULTANZE NUOVA CAMPAGNA D'INDAGINE GIUGNO 2012



### 6.1 Rotaia di corsa su banchina esistente: campagna RS2012 – lato banchina

Per quanto chiarito al precedente paragrafo 5 si tratta dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati con i codici alfanumerici RS1, RS2 ed RS3 (di seguito più brevemente campagna RS2012 – lato banchina) e relative prove di laboratorio effettuate su campioni indisturbati (o quanto meno a limitato disturbo) prelevati durante le perforazioni stesse.

Le stratigrafie di detti sondaggi sono state impiegate, unitamente a quelle relative alla precedente campagna geognostica BH2008, nella ricostruzione dello schema geotecnico di calcolo.

Prima di passare a descrivere in modo sintetico la stratigrafia riscontrata in detti sondaggi, è bene ricordare che questi sono stati eseguiti in interno banchina, nel corpo di riempimento della piattaforma del molo.

In breve, i report stratigrafici evidenziano quanto segue, avendo cura di ragionare già in termini di litotipi d'interesse ai fini dello schema geotecnico di calcolo:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>29</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

### **Sondaggio RS1**

- da 0 m a -0,3 m           ⇒   pavimentazione banchina;
- da -0,3 m a -2,2 m       ⇒   LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -2,2 m a -2,7 m       ⇒   elementi in cls e trovanti;
- da -2,7 m a -11,8 m      ⇒   LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -11,8 m a -12,3 m     ⇒   LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -12,3 m a -68,0 m     ⇒   LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio RS2**

- da 0 m a -0,3 m           ⇒   pavimentazione banchina;
- da -0,3 m a -12,2 m      ⇒   LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -12,2 m a -13,4 m     ⇒   LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -13,4 m a -65,0 m     ⇒   LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio RS3**

- da 0 m a -0,3 m           ⇒   pavimentazione banchina;
- da -0,3 m a -13,5 m      ⇒   LITOTIPO C – Riempimento corpo banchina con materiale incoerente;
- da -13,5 m a -16,0 m     ⇒   LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -16,0 m a -64,0 m     ⇒   LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del litotipo B (e successiva sottoripartizione in B1 e B2) sono stati utilizzati gli esiti delle prove di laboratorio, eseguite su n. 15 campioni prelevati in modo indisturbato (o quanto meno a limitato disturbo), per la determinazione dei parametri fisici (peso dell'unità di volume, etc.) e meccanici (coesione non drenata, modulo elastico, etc.; cfr. dettaglio rimesso nell'ALLEGATO 3).

Nel rimandare al già citato ALLEGATO 3 per il dettaglio relativo alla trattazione alfanumerica e grafica dell'insieme dei dati disponibili, qui di seguito se ne propone una sintesi focalizzata sui parametri di maggiore interesse, perché funzionali ai calcoli di dimensionamento e di verifica da doversi svolgere in questa sede, secondo quanto rimesso sinotticamente nella Tabella 10 sottostante. Si precisa che i valori ivi riportati (siano essi "medi", "minimi" o "massimi") derivano da

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>30</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

una "media ragionata", dunque non semplicemente aritmetica, e sono pertanto da considerarsi quali caratteristici per il litotipo cui si riferiscono.

Tabella 10 Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine RS2012 – lato banchina

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO B1</b> Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	20,1	21,0	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione non drenata	$C_u$	170	150	205	kPa
	Modulo elastico	E	16,0	11,0	28,0	MPa
<b>LITOTIPO B2</b> Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	19,5	21,3	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione non drenata	$C_u$	280	195	390	kPa
	Modulo elastico	E	26,0	14,0	41,0	MPa


Prima di concludere il presente sottoparagrafo si ritiene utile evidenziare alcuni aspetti di cui si è tenuto conto nella determinazione dei valori medi/minimi/massimi del parametro  $C_u$  per i litotipi B1 e B2:

- sono stati scartati il valore di  $C_u$  derivante dalla prova triassiale C.I.U. afferente al campione RS2-4 (circa 583 kPa, a fronte di una media dei valori pari a circa la metà) e quello ottenuto con torvane sul campione RS2-3 (circa 128 kPa, a fronte di una media pari quasi al doppio), in quanto considerati degli outliers rispetto alla popolazione di dati disponibile;
- a differenza di quanto visto in precedenza per la campagna BH2008, sono stati portati in conto i valori di  $C_u$  ottenuti dalle prove di compressione ad espansione laterale libera (più brevemente prove ELL), in quanto sono risultati in linea con le determinazioni ottenute con le prove triassiali;
- inoltre, sono stati portati in conto i valori di  $C_u$  ottenuti sia con pocket penetrometer sia con scissometro (torvane) che, sebbene derivati da prove di tipo speditivo, sono risultati in linea con le determinazioni ottenute mediante prove triassiali.

## 6.2 Rotaia di corsa su nuovo impalcato banchina: campagna BS2012 – lato mare

Per quanto chiarito al paragrafo 5 si tratta dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo identificati con i codici alfanumerici BS1, BS2 ed BS3 (di seguito più brevemente campagna



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>31</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

BS2012 – lato mare) e relative prove di laboratorio effettuate su campioni indisturbati (o quanto meno a limitato disturbo) prelevati durante le perforazioni stesse.

Le stratigrafie di detti sondaggi sono state impiegate, unitamente a quelle relative alla precedente campagna geognostica BH2008, nella ricostruzione dello schema geotecnico di calcolo.

In breve, i report stratigrafici evidenziano quanto segue, avendo cura di ragionare già in termini di litotipi di interesse ai fini dello schema geotecnico di calcolo:

### **Sondaggio BS1**


- da 0 m a -3,0 m            ⇒    struttura in cls banchina;
- da -3,0 m a -16,0 m    ⇒    mare;
- da -16,0 m a -17,0 m   ⇒    struttura in cls cassoni banchina;
- da -17,0 m a -20,30 m ⇒    LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,3 m a -65,0 m   ⇒    LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BS2**

- da 0 m a -3,0 m            ⇒    struttura in cls banchina;
- da -3,0 m a -16,5 m    ⇒    mare;
- da -16,5 m a -17,5 m   ⇒    struttura in cls cassoni banchina;
- da -17,5 m a -20,3 m   ⇒    LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,3 m a -65,0 m   ⇒    LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

### **Sondaggio BS3**

- da 0 m a -3,0 m            ⇒    struttura in cls banchina;
- da -3,0 m a -16,0 m    ⇒    mare;
- da -16,0 m a -17,0 m   ⇒    struttura in cls cassoni banchina;
- da -17,0 m a -20,3 m   ⇒    LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso);
- da -20,3 m a -65,0 m   ⇒    LITOTIPO B – Argille plioceniche di base.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>32</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Per quanto riguarda la caratterizzazione del litotipo B (e successiva sottoripartizione in B1 e B2) sono stati utilizzati gli esiti delle prove di laboratorio, eseguite su n. 15 campioni prelevati in modo indisturbato (o quanto meno a limitato disturbo), per la determinazione dei parametri fisici (peso dell'unità di volume, etc.) e meccanici (coesione non drenata, modulo elastico, etc.) (cfr. dettaglio rimesso nell'ALLEGATO 4).

Nel rimandare al già citato ALLEGATO 4 per il dettaglio relativo alla trattazione alfanumerica e grafica dell'insieme dei dati disponibili, qui di seguito se ne propone una sintesi focalizzata sui parametri di maggiore interesse, perché funzionali ai calcoli di dimensionamento e di verifica da doversi svolgere in questa sede, secondo quanto rimesso sinotticamente nella Tabella 11 sottostante. Si precisa che i valori ivi riportati (siano essi "medi", "minimi" o "massimi") derivano da una "media ragionata", dunque non semplicemente aritmetica, e sono pertanto da considerarsi quali caratteristici per il litotipo cui si riferiscono.

Tabella 11 Tabella di sintesi dei risultati della campagna di indagine BS2012 – lato mare

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO B1</b> Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	20,5	20,5	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione non drenata	$C_u$	205	145	245	kPa
	Modulo elastico	E	22,0	18,0	34,0	MPa
<b>LITOTIPO B2</b> Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	19,3	21,3	kN/m <sup>3</sup>
	Coazione non drenata	$C_u$	270	195	360	kPa
	Modulo elastico	E	26,0	24,0	38,0	MPa

Prima di concludere il presente sottoparagrafo si ritiene utile evidenziare alcuni aspetti di cui si è tenuto conto nella determinazione dei valori medi/minimi/massimi del parametro  $C_u$  per i litotipi B1 e B2, in analogia a quanto fatto nell'elaborazione dei dati lato banchina:

- per quanto riguarda i litotipo B1 si dispone di un limitato numero di campioni sottoposto a prove di laboratorio (questa considerazione vale ovviamente anche per gli altri parametri geotecnici e non solo per la "coesione non drenata");
- sono stati portati in conto i valori di  $C_u$  ottenuti dalle prove di compressione ad espansione laterale libera (più brevemente prove ELL) che sono risultati in linea con le determinazioni ottenute con le prove triassiali;

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>33</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

- inoltre, sono stati portati in conto i valori di Cu ottenuti sia con pocket penetrometer sia con scissometro (torvane) che, sebbene conseguiti con prove di tipo speditivo, sono risultati in linea con le determinazioni ottenute mediante prove triassiali.

### **6.3 Risultanze prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU**

Come già accennato, in affiancamento ai sondaggi geognostici lato banchina (RS1-RS2-RS3) di cui si è trattato in precedenza, sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU01 – CPTU02 – CPTU03, spinte rispettivamente fino alla profondità di 19,5 m da p.c., di 18.2 m da p.c. e 19,8 m da p.c..

Le prove sono state effettuate predisponendo un preforo fino alla profondità di circa 14 m, condizionato mediante sabbia scarsamente addensata; conseguentemente il substrato argilloso (LITOTIPO B – Argille plioceniche di base), di maggiore interesse ai fini del dimensionamento e verifica delle opere in oggetto, è stato investigato limitatamente ai primi 6 m circa. I risultati ottenuti sono di seguito sinteticamente riassunti.

#### **Prova CPTU01**

La prova in parola è stata effettuata in affiancamento al foro di sondaggio RS1 ed ha raggiunto la profondità di 19,5 m dal p.c.. L'esito della prova si può riassumere sinteticamente come segue:

- un primo tratto di attraversamento del preforo con valori di resistenza alla punta e di resistenza laterali nulli; il preforo è stato riempito con sabbia poco addensata ed è presente acqua a partire dalla profondità di 2 m dal p.c.;
- alla profondità di 13,6 m da p.c. si riscontra la presenza di un livello, che ha risentito delle attività di carotaggio del preforo, di spessore pari ad 80 cm con valori di resistenza alla punta di 0,62 MPa e di resistenza laterale pari a 20 kPa;
- tra i 14,4 ed i 15,0 m dal p.c. si rileva un sensibile incremento del valore di resistenza alla punta fino a superare i 10 MPa, associato ad un debole incremento della resistenza laterale. Questo strato può essere associato a terreni con prevalente componente limosa;
- tra i 15,0 ed i 16,4 m dal p.c. si incontra uno strato argilloso caratterizzato da una resistenza alla punta media di poco superiore ai 4 MPa ed una resistenza laterale media di 240 kPa;
- tra i 16,4 ed i 19,5 m (fine prova) dal p.c. si registra una sensibile riduzione della resistenza alla punta con valore medio di circa 1,7 MPa e resistenza laterale media pari a 110 kPa.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>34</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

### **Prova CPTU02**

La prova in parola è stata effettuata in affiancamento al foro di sondaggio RS2 ed ha raggiunto la profondità di 18,2 m dal p.c.. L'esito della prova si può riassumere sinteticamente come segue:

- un primo tratto di attraversamento del preforo con valori di resistenza alla punta e di resistenza laterali nulli; il preforo è stato riempito con sabbia poco addensata ed è presente acqua a partire dalla profondità di 2 m dal p.c.;
- dalla profondità di 14 m dal p.c. e fino alla massima profondità di prova (18,2 m dal p.c.) si registrano valori di resistenza alla punta in media di poco superiori ai 9 MPa, associati ad una resistenza laterale media di 40 kPa. Tali valori sono associabili ad argille sovraconsolidate.

### **Prova CPTU03**

La prova in parola è stata effettuata in affiancamento al foro di sondaggio RS3 ed ha raggiunto la profondità di 19,8 m dal p.c.. L'esito della prova si può riassumere sinteticamente come segue:

- un primo tratto di attraversamento del preforo con valori di resistenza alla punta e di resistenza laterali nulli; il preforo è stato riempito con sabbia poco addensata ed è presente acqua a partire dalla profondità di 2 m dal p.c.;
- alla profondità di 13,5 m da p.c. si riscontra la presenza di un livello di spessore pari ad 1,5 m circa con valori di resistenza alla punta in media pari a poco meno di 7 MPa e di resistenza laterale media pari a 30 kPa. Tali valori sono associabili ad argille limose sovraconsolidate;
- alla profondità di circa 15,0 m dal p.c. si rileva la presenza di uno strato di spessore pari a circa 80 cm, caratterizzato da valori medi di resistenza alla punta di poco inferiori ai 6 MPa, associati ad una resistenza laterale media di 20 kPa;
- tra 15,8 e 18,0 m dal p.c. è presente un livello con valori di resistenza alla punta media di poco inferiori ai 9,5 MPa e resistenza laterale media pari a 40 kPa;
- tra 18,0 e 19,8 m (fine prova) dal p.c. si registra una sensibile riduzione dei valori medi di resistenza alla punta fino a circa 4 MPa, associati ad una resistenza laterale media di 20 kPa.

Per quanto riguarda l'attendibilità da attribuire ai valori registrati della resistenza laterale, vi è da precisare che, essendo state le prove penetrometriche condotte in affiancamento alle verticali di sondaggio, essi possono aver risentito negativamente di tale aspetto in termini di "disturbo" del terreno circostante.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>35</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## 6.4 Risultanze prospezioni sismiche in foro tipo Down-Hole

Come accennato al paragrafo 5, all'interno dei fori di sondaggio RS2 ed RS1 sono state effettuate<sup>5</sup> due prospezioni sismiche tipo Down-Hole, identificate rispettivamente con i codici alfanumerici DH1-RS2 e DH2-RS1, spinte entrambe fino ad una profondità di 53,0 m dal p.c., ai fini della caratterizzazione sismica dei terreni interessati dalle opere in progetto.

Di seguito si illustrano brevemente le risultanze ottenute.

### **DH1-RS2**

La prospezione sismica ha individuato 5 sismostrati così caratterizzati:

- da p.c. a -3,0 m dal p.c. si registra un valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  pari a 316 m/s;
- da -3,0 m a -7,0 m dal p.c. si rileva un aumento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 615 m/s;
- da -7,0 m a -13,0 m dal p.c. si riscontra un ulteriore incremento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 1.000 m/s;
- da -13,0 m a -26,0 m dal p.c. si registra un sensibile abbassamento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 366 m/s;
- da -26,0 m a -53,0 m dal p.c. le velocità delle onde di taglio  $V_s$  si mantengono più o meno costanti con valore caratteristico pari a 381 m/s.

### **DH2-RS1**

La prospezione sismica ha individuato 7 sismostrati così caratterizzati:

- da p.c. a -3,0 m dal p.c. si registra un valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  pari a 361 m/s;
- da -3,0 m a -12,0 m dal p.c. si rileva un sensibile aumento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 1.125 m/s;
- da -12,0 m a -15,0 m dal p.c. si riscontra un notevole decremento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 283 m/s;
- da -15,0 m a -21,0 m dal p.c. si registra un aumento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 465 m/s;

<sup>5</sup> Nel mese di giugno 2012 dal LABORATORIO TERRE di Rocco Porsia & C. s.a.s..

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>36</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

- da -21,0 m a -27,0 m dal p.c. le velocità delle onde di taglio  $V_s$  continuano a crescere fino ad un valore caratteristico pari a 750 m/s;
- da -27,0 m a -36,0 m dal p.c. si riscontra nuovamente un sensibile abbassamento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 264 m/s, più o meno in linea con lo strato 3 (da -12,0 a -15,0 m dal p.c.);
- da -36,0 m a -53,0 m dal p.c. si rileva un incremento del valore caratteristico delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  fino a 419 m/s.

L'esame comparato delle due prospezioni evidenzia la presenza di un primo strato di spessore compreso tra circa 12,0 m e circa 13,0 m di materiale riportato e ben costipato (LITOTIPO C - Riempimento corpo banchina con materiale incoerente), con velocità delle onde di taglio  $V_s$  che superano anche i 1.100 m/s.

Tale materiale poggia su terreni argillosi (LITOTIPO B – Argille plioceniche di base) che:

- sulla verticale di indagine DH1-RS2 possono suddividersi in uno strato superficiale (fino a circa -26,0 m da p.c.) caratterizzato da  $V_s$  decrescenti con la profondità e con valore caratteristico di 366 m/s ed uno strato profondo in cui esse si mantengono più o meno costanti con valore caratteristico di 381 m/s;
- sulla verticale di indagine DH2-RS1 appaiono maggiormente stratificati con due strati, tra -12,0 e -15,0 m dal p.c. e tra -27,0 e -36,0 m dal p.c., caratterizzati da valori di  $V_s$  molto simili (rispettivamente 283 m/s e 264 m/s) e con gli strati intermedi tra questi caratterizzati da valori delle  $V_s$  decisamente maggiori (750 m/s e 419 m/s).

Per il calcolo del parametro  $V_{s30}$ , richiesto dalla normativa sismica vigente, tenendo conto della possibilità che le fondazioni profonde in progetto possano by-passare lo spessore del materiale di riempimento del corpo banchina (nel calcolo non si considera il contributo di portanza laterale di tale materiale), è necessario riferirsi a profondità comprese tra -12,0÷-13,0 m dal p.c. e -42,0÷-43,0 m dal p.c..

Il calcolo delle  $V_{s30}$  svolto per entrambe le verticali investigate (DH1 e DH2) ha condotto praticamente allo stesso valore (rispettivamente 374 e 375 m/s) che, secondo le categorie di suolo di cui alla normativa sismica vigente, classificano il sito di progetto in categoria B (per la verità molto vicino al limite - 360 m/s - che fa da spartiacque con la categoria C; cfr. considerazioni avanti).



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>37</b>	<b>266</b>

## 6.5 Risultanze stendimenti sismici

L'indagine sismica eseguita<sup>6</sup> si è articolata in n. 10 stendimenti sismici (SS1...SS10) di estensione pari a 115 m ciascuno, posti consecutivamente e distanziati di 5 m l'uno dall'altro, al fine di coprire tutti i 1.200 metri interessati dalle opere in progetto (cfr. la sottostante Figura 5).



Figura 5 Ubicazione degli stendimenti sismici effettuati nel mese di giugno 2012

L'indagine così strutturata ha consentito di acquisire, per ciascuno stendimento n. 1 profilo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e n. 1 profilo sismico. Di seguito si illustrano in forma sintetica le risultanze ottenute.

### SS1

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle

<sup>6</sup> Nel mese di giugno 2012 dallo STUDIO BLUGEO del Dott. Geol. Gianfranco Moro.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>38</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.400 m/s. In particolare è possibile distinguere<sup>7</sup>:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 2,0 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.200$  m/s ( $500 < V_s < 800$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 12,5 e 13,5 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.400$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 608 m/s.

### **SS2**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.400 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 4,0 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.200$  m/s ( $500 < V_s < 800$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 14,0 e 20,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.400$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 601 m/s.

### **SS3**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.400 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 3,5 m circa di profondità;

<sup>7</sup> Il riferimento strato A, B e C è quello desunto dal report dell'indagine sismica eseguita ed è da non confondersi con i LITOTIPI A, B e C assunti nello schema geotecnico di riferimento. Questa notazione vale ovviamente per tutti gli stendimenti sismici.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>39</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.200$  m/s ( $500 < V_s < 800$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 28,0 e 30,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.400$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 563 m/s.

#### **SS4**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 4,0 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.000$  m/s ( $500 < V_s < 700$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 14,0 e 15,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 659 m/s.

#### **SS5**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 4,5 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.000$  m/s ( $500 < V_s < 700$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 12,0 e 15,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 759 m/s.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>40</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## **SS6**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 3,5 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.000$  m/s ( $500 < V_s < 700$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 10,0 e 12,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 701 m/s.

## **SS7**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:


- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 6,5 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.000$  m/s ( $500 < V_s < 700$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 10,0 e 14,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 714 m/s.

## **SS8**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p=600$  m/s ( $V_s=300$  m/s); strato superficiale da 0,2 m a 4,5 m circa di profondità;

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>41</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.000$  m/s ( $500 < V_s < 700$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 11,0 e 12,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 684 m/s.

### **SS9**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.200 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p = 600 \div 1.000$  m/s ( $V_s = 300 \div 600$  m/s); strato superficiale da 12,0 m a 14,5 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.200$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 889 m/s.

### **SS10**

Dagli esiti della prova si evince che i valori delle velocità di propagazione delle onde di compressione  $V_p$  sono generalmente compresi tra 600 m/s e 2.400 m/s, mentre i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  sono generalmente compresi tra 300 m/s e 1.200 m/s. In particolare è possibile distinguere:

- strato A  $\Rightarrow V_p = 600$  m/s ( $V_s = 300$  m/s); strato superficiale da 0,0 m a 6,5 m circa di profondità;
- strato B  $\Rightarrow 900 < V_p < 1.000$  m/s ( $500 < V_s < 700$  m/s); probabile presenza di materiale poco compatto che raggiunge una profondità compresa tra 8,0 e 16,0 m circa;
- strato C  $\Rightarrow 1.500 < V_p < 2.400$  m/s ( $1.000 < V_s < 1.200$  m/s); probabile presenza di materiale argilloso compatto.

In base ai valori della velocità di propagazione delle onde S si è stimata una  $V_{s30}$  pari a 751 m/s.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>42</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Dalla comparazione delle risultanze dei 10 stendimenti descritti in precedenza discende la possibilità di individuare n. 3 orizzonti sismici riferibili ad altrettanti orizzonti litologici, aventi caratteristiche geomeccaniche differenti:

- Sismostrato A ⇒ di spessore variabile, ma raramente con sviluppi superiori ai 5 m;
- Sismostrato B ⇒ anch'esso di spessore variabile, ma che mantiene un contatto costante con il sottostante Sismostrato C, assestato a -12,0÷-15,0 m dal p.c.;
- Sismostrato C ⇒ caratterizzato da migliori caratteristiche geomeccaniche legate a condizioni di propagazione delle onde P ed S migliori.

Per quel che concerne il valore delle  $V_{s30}$ , misurato sperimentalmente, esso è risultato compreso tra 563 m/s e 889 m/s, con un valore medio che si attesta sui 633 m/s. Poiché tale valore risulta compreso tra 360 e 800 m/s, ne discenderebbe l'attribuzione dello spessore litologico indagato, secondo le definizioni della normativa sismica vigente, alla categoria di suolo "B" (cfr. considerazioni avanti).

A margine della presente trattazione, dal confronto con gli esiti delle prospezioni sismiche in foro di tipo Down-Hole, vi è da rilevare che i valori ottenuti per le  $V_{s30}$  sono sensibilmente differenti, nei termini di seguito descritti:

- nel caso delle prove DH1 e DH2, con riferimento a profondità comprese tra -12,0÷-13,0 m dal p.c. e -42,0÷-43,0 m dal p.c., si è ottenuto  $V_{s30} = 374\div375$  m/s;
- nel caso degli stendimenti SS1...SS10, con riferimento a profondità comprese tra il p.c. e -30 m dal p.c., si è ottenuto  $V_{s30} = 633$  m/s.

## 7. PRINCIPALI PROBLEMATICHE DI NATURA GEOTECNICA

Le opere di adeguamento della banchina in progetto prevedono la realizzazione di fondazioni indirette sia per il nuovo impalcato lato mare (che ospiterà la rotaia di corsa esterna) sia per la trave di fondazione della rotaia prevista sul lato di banchina esistente.

Sulla base di quanto sopra affermato, i principali problemi di natura geotecnica da affrontare in questa sede si traducono nel dimensionamento dei pali di fondazione sia a forze verticali sia a forze orizzontali, in riferimento da un lato alle problematiche di resistenza e, dall'altro, a quelle di deformabilità dei terreni interessati.

Particolare attenzione verrà posta alla verifica dei cedimenti, dovendo i medesimi essere contenuti nell'ambito delle tolleranze ammesse per le vie di corsa delle nuove gru di banchina. In merito si sottolinea come la funzionalità di dette gru non è semplicemente garantita dalla



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>		
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>		
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>43</b> Di <i>of</i>	<b>266</b>

stabilità a rottura della fondazione, ma è pure necessario che le fondazioni stesse subiscano cedimenti limitati sia assoluti sia differenziali. Infatti, il funzionamento di questi strumenti per la movimentazione dei carichi risulta particolarmente sensibile anche al rischio di soqquadro risultando necessario, pertanto, verificare la compatibilità dei cedimenti differenziali non solo nell'ambito delle singole vie di corsa (ed in particolare all'interno dei diversi conci che le compongono) ma anche e soprattutto fra conci paralleli che supportano le vie di corsa dello stesso transtainer: ciò è, nel caso specifico, a maggior ragione vero in considerazione del fatto che una delle due rotaie verrà fondata su di un ampliamento di banchina (nuova appendice) in progetto, a fronte di quella lato terra da realizzare su porzione di molo esistente. Per questo motivo è stato sviluppato un calcolo dei cedimenti secondo una doppia linea di stima/verifica: quella fornita dal modello agli elementi finiti FEM (cfr. relazione strutturale), che fa riferimento ad un comportamento alla Winkler del terreno, e quella riferita alla teoria dell'elasticità che arriva alla quantificazione degli stessi in riferimento al modulo elastico dedotto dalle prove edometriche delle campagne d'indagine disponibili. Gli output forniti consentono di valutare la compatibilità con l'esercizio delle gru di banchina anche in termini di cedimenti assoluti e differenziali (soqquadro).

La considerazione poi del fatto che i piazzali sono in massima parte destinati allo stoccaggio di materiali, per la maggior parte raccolti in container, ha posto il problema delle interazioni possibili fra le tensioni indotte nel sottosuolo dalle gru di banchina e quelle indotte dalla semplice apposizione dei containers stoccati sui piazzali e dai mezzi gommati preposti alla loro movimentazione. In conseguenza di ciò sono state studiate, nell'ambito della relazione strutturale, le possibili configurazioni di carico più critiche e per esse sono stati analizzati gli effetti in termini deformativi sui terreni interessati.

In ognuno dei casi esaminati sono state considerate, cautelativamente, le condizioni geotecniche meno favorevoli a confronto con le possibili configurazioni di carico più critiche (vento a differenti velocità combinato con le possibili differenti condizioni di operatività delle gru; inerzie legate al movimento; sisma).

Oltre ai carichi verticali ed orizzontali (permanenti ed accidentali) indotti dallo scarico dalla struttura stessa delle gru a portale, nell'analisi dei carichi sono state considerate anche le azioni orizzontali indotte dal tiro delle bitte di nuova realizzazione oltre che dalle manovre di accosto delle imbarcazioni, queste ultime esplicitanti in corrispondenza dei nuovi respingenti previsti in progetto.

Va sottolineata la soluzione adottata per la nuova appendice di banchina da realizzare su pali lato mare: ogni modulo, di estensione planimetrica pari a 46,60 m x 10,10 m, sarà comunque dotato di due bitte e di due respingenti e verrà solidarizzato ai realizzandi pali previsti al di sotto della via di corsa interna (banchina esistente) attraverso una coppia di travi orizzontali in cls armato, in grado

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>44</b> Di <i>of</i> <b>266</b>


di lavorare sia a tirante sia a puntone ed, in buona sostanza, di trasferire le forze orizzontali di accosto delle navi (ovvero il tiro delle bitte) dai pali lato mare a quelli interni. In tale configurazione saranno pertanto i pali della via di corsa interna ad essere maggiormente sollecitati a forze orizzontali, risultando di fatto pressoché scarichi quelli della via di corsa esterna.

Altra considerazione di rilievo riguarda la fase transitoria (di cantiere) propria della realizzazione della nuova appendice di banchina. La realizzazione della prima fila di pali è prevista direttamente dalla banchina esistente mentre la seconda da pontone a mare. Non si ravvedono, in ogni caso, condizioni critiche alcune relative alla stabilità dei cassoni della banchina esistente in ragione del fatto che comunque detti cassoni sono già stati dimensionati per carichi ben superiori rispetto a quelli trasmissibili dalle macchine operatrici di cantiere, trattandosi di cassoni su cui attualmente insiste la via di corsa di una gru in esercizio; detta gru, fra l'altro, così come il deposito di eventuali container in stoccaggio, risulteranno del tutto assenti in banchina durante il transitorio del nuovo cantiere configurando, pertanto, una condizione di riduzione dei carichi destabilizzanti. Ciononostante, a titolo cautelativo è stato previsto, in questa sede, lo svolgimento dell'analisi della fase transitoria mediante verifiche di stabilità globale, al fine di fugare ogni dubbio in merito alla circostanza che le lavorazioni da mettere in atto per la realizzazione degli interventi in progetto potessero comportare problemi di stabilità dei cassoni in essere durante la fase di cantiere attivo (cfr. paragrafo 11).

Per quanto riguarda il calcolo dell'azione sismica si è proceduto, in base alla pericolosità del sito, alla definizione, in modalità pseudo-statica e nell'ambito della relazione strutturale, delle forze d'inerzia a mezzo del modello ad elementi finiti FEM impiegato anche per la definizione dei carichi effettivamente trasmessi dalle strutture in elevazione alla parte fondale in riferimento alle possibili combinazioni di gru in esercizio/stallo a braccio alzato/abbassato in presenza di vento a 20 m/s ovvero a 42 m/s.

Per quanto attiene alla verifica, in condizioni sismiche, relativa ad una possibile liquefazione dei terreni essa è, nell'abito del presente intervento, omettibile per quanto qui di seguito dettagliato:

- in riferimento al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC2008 è possibile concludere, in rimando al "Rapporto conclusivo dell'INGV – Redazione della mappa di pericolosità sismica" (cfr. in particolare pagg. 37 e 38), che non sono attesi eventi sismici di magnitudo  $M$  superiore a 5 per l'area di cui trattasi ricadendo essa al di fuori della "ZS n° 926 Basento" risultando, inoltre, l'accelerazione massima al suolo (rigido) con probabilità d'eccedenza del 10% in 50 anni comunque inferiore a 0,10 g per come graficato in seno alla Figura 1 di cui al paragrafo 3;
- a titolo cautelativo, e nell'ipotesi di voler considerare disattesa la condizione di cui sopra in considerazione della prossimità dell'area di intervento al confine definente la "ZS n° 926 Basento", si sottolinea come il dimensionamento dei pali a forze verticali delle nuove

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>45</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

fondazioni sia stato comunque effettuato imponendo pari a zero il contributo alla capacità portante dei terreni granulari di riempimento della banchina (litotipo C), a favore di sicurezza vista anche la loro marcata variabilità di composizione;

in ogni caso, anche qualora non fossero prese in considerazione le evenienze di cui ai due punti che precedono, si sottolinea la circostanza per cui, stando alle analisi granulometriche relative a campioni del litotipo C (campagna 2008) anche ricostruiti (campagna 2012), oltre che al n° di colpi delle SPT (campagna 2008) mediamente superiore a 30 in particolare nell'abito dei primi 7 m dall'estradosso banchina (quelli significativi a tiro orizzontale sul palo) di cui, fra l'altro, i primi 3 m sopra falda e quindi comunque non suscettibili di liquefazione, si delineerebbe in ogni caso quale escludibile la verifica de qua ai sensi del già richiamato paragrafo delle NTC2008.

Nel seguito, dopo aver sinteticamente riassunto le principali caratteristiche geotecniche attribuibili ai terreni interessati dal progetto in base al lavoro di interpretazione sia delle campagne pregresse disponibili sia della nuova campagna esperita ad hoc, verranno anche proposti gli schemi geotecnici di riferimento adottati per lo sviluppo dei calcoli e, successivamente, le procedure di calcolo adottate con i relativi risultati ottenuti.

Con la finalità di snellire e rendere chiara la trattazione si procederà, ai paragrafi che seguono, suddividendo la parte di trattazione teorica del calcolo da quella di presentazione e sintesi dei risultati.

## 8. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SCHEMI GEOTECNICI DI CALCOLO

### 8.1 Premessa

Per come chiarito ai paragrafi che precedono, gli schemi geotecnici di calcolo e la caratterizzazione geotecnica in termini di parametri fisico-meccanici è stata svolta in riferimento agli esiti della nuova campagna di indagini (anno 2012) oltre che della campagna di indagini pregressa relativa all'anno 2008, entrambe d'utilità per l'intervento in argomento.

Nell'ambito di dette due campagne si è poi, ed anzitutto, mantenuto il distinguo fra il lato terra (banchina esistente) ed il lato mare (nuova banchina), per poi arrivare ad una sintesi conclusiva di riferimento unico da utilizzare sia all'interno del modello di calcolo sia nell'ambito delle verifiche analitiche in forma chiusa svolte sulle singole sezioni maggiormente rappresentative (condizioni più gravose), oltre che nell'ambito del già citato modello FEM.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>46</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

Il fatto di avere unito le risultanze delle due campagne d'indagine e di essere pervenuti ad uno schema geotecnico unico di riferimento, consente anche di poter contare su di un numero di verticali indagate complessivo, nell'ambito dell'area d'intervento, che supera il tetto di numerosità pari a 10. Ne discende che i coefficienti  $\zeta_3$  e  $\zeta_4$  di cui alle NTC 2008, da utilizzare in abbattimento delle capacità portanti di calcolo dei pali per ottenere le equivalenti caratteristiche, sono già quelli minimi possibili (rispettivamente  $\zeta_3=1,40$  e  $\zeta_4=1,21$ ): in tal senso la campagna svolta risulta senz'altro ideale nell'ottimizzazione del rapporto costi-benefici nell'ambito dell'intero intervento.

I paragrafi che seguono sintetizzano i passaggi appena citati, con un paragrafo introduttivo d'inquadramento dei litotipi di riferimento ai fini della schematizzazione geotecnica di calcolo.

## 8.2 Definizione delle unità stratigrafiche significative dal punto di vista geotecnico

La successione stratigrafica dell'area d'intervento, analizzata nell'inquadramento geologico generale e riscontrata nell'ambito delle indagini esperite, sia pregresse sia attuali, può essere efficacemente sintetizzata, ai fini dei calcoli geotecnici, nei seguenti litotipi (dall'alto verso il basso ed a partire dal livello di riferimento costituito dall'estradosso della banchina):

- LITOTIPO C – Materiali di riempimento, incoerenti, costituenti il corpo della banchina;
- LITOTIPO A – Depositi alluvionali e di spiaggia recenti, incoerenti, sovrapposti alle sottostanti argille;
- LITOTIPO B1 – Argille di base, aventi caratteristiche meccaniche inferiori a quelle della parte sottostante;
- LITOTIPO B2 – Argille di base maggiormente profonde, aventi caratteristiche meccaniche migliori rispetto al sovrastante LITOTIPO B1.

Qui di seguito le ulteriori precisazioni utili ai fini del chiarimento delle schematizzazioni di calcolo:

- quale quota zero di riferimento è stata assunto il piano dell'estradosso banchina;
- detto piano è posto a quota assoluta pari a +3 m s.l.m.;
- la testa dei pali di nuova realizzazione (intradosso plinto di fondazione), sia lato terra sia lato mare, è posta a quota -3 m dall'estradosso banchina coincidendo, di fatto, con il livello medio del mare.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>47</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

### 8.3 Sezioni stratigrafiche trasversali e longitudinali di riferimento

In relazione alle colonne stratigrafiche dei carotaggi meccanici continui degli anni 2008 e 2012 è possibile tracciare n° 6 sezioni stratigrafiche trasversali di correlazione diretta tra le verticali indagate nell'ambito della porzione areale del molo polisetoriale oggetto di intervento (si rimanda alla visione dell'ALLEGATO 5, tavola TAV. 00 fuori testo, per il dettaglio grafico delle citate sezioni):

- Sezione stratigrafica 1: ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine, da terra verso mare, BH3, BH2 e BH1 della campagna 2008;
- Sezione stratigrafica 1 bis: ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine, da terra verso mare, RS1 e BS1 della campagna 2012;
- Sezione stratigrafica 2: ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine, da terra verso mare, BH6, BH5 e BH4 della campagna 2008;
- Sezione stratigrafica 2 bis: ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine, da terra verso mare, RS2 e BS2 della campagna 2012;
- Sezione stratigrafica 3: ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine, da terra verso mare, BH9, BH8 e BH7 della campagna 2008;
- Sezione stratigrafica 3 bis: ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine, da terra verso mare, RS3 e BS3 della campagna 2012.

In maniera del tutto simile è possibile altresì individuare n° 3 sezioni longitudinali di riferimento (si rimanda alla visione dell'

ALLEGATO 6, tavole TAV. 01, TAV. 02 e TAV. 03 fuori testo, per il dettaglio grafico delle citate sezioni):

- Sezione longitudinale 1 (lato mare): ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine BH1, BS1, BH4, BS2, BH7, BS3 e BH10;
- Sezione longitudinale 2 (lato banchina – corpo riempimento molo): ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine BH3, RS1, BH6, RS2, BH9, RS3 e BH12;
- Sezione longitudinale 3 (lato banchina – cassoni): ottenibile dall'interpolazione fra le verticali d'indagine BH2, BH5, BH8, e BH11.

L'insieme di dette sezioni rappresenta il riferimento stratigrafico per l'intera progettazione, sia per quanto riguarda la modellizzazione agli elementi finiti sia per quanto riguarda le verifiche analitiche svolte.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>48</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

## **8.4 Rotaia di corsa su banchina esistente (lato banchina)**

A partire dalle sezioni di cui al paragrafo che precede, è possibile ricavare la variabilità degli spessori dei litotipi d'interesse nel senso longitudinale in riferimento ai 1.200 m di banchina oggetto d'intervento e ciò, evidentemente, per ciascuna delle due nuove vie di corsa delle gru.

Per l'allineamento lato terra è quindi possibile, in sintesi, definire le due colonne stratigrafiche di riferimento caratterizzate, rispettivamente, dai massimi e minimi spessori in termini di mutui rapporti fra i litotipi incoerenti (LITOTIPI A e C) rispetto alle sottostanti argille (LITOTIPI B1 e B2); ne discendono le due seguenti stratigrafie di progetto per le verifiche di calcolo dei pali a forze verticali ed orizzontali (cfr.

ALLEGATO 7):

### **Schema geotecnico binario lato banchina 1:**

- 0,0 ÷ -18,0 m: *LITOTIPO C*,
- -18,0 m ÷ -19,7 m: *LITOTIPO A*,
- -19,7 m ÷ -26,0 m: *LITOTIPO B1*,
- -26,0 m ÷ punta palo: *LITOTIPO B2*

### **Schema geotecnico binario lato banchina 2:**

- 0,0 ÷ -11,8 m: *LITOTIPO C*,
- -11,8 m ÷ -12,3 m: *LITOTIPO A*,
- -12,3 m ÷ -26,0 m: *LITOTIPO B1*,
- -26,0 m ÷ punta palo: *LITOTIPO B2*.

In ragione del fatto che, cautelativamente, nelle verifiche di capacità portante a carichi verticali si è deciso di non considerare collaboranti alla portanza gli strati a comportamento attritivo (LITOTIPI C ed A), lo schema di riferimento più gravoso per il dimensionamento dei pali lato terra a forze verticali è proprio quello denominato "1", vale a dire quello caratterizzato, per l'appunto, dalla maggiore potenza complessiva degli strati a comportamento attritivo.

Per quanto riguarda il valore da attribuire ai parametri fisici e meccanici di ciascun litotipo da impiegare nelle calcolazioni geotecniche, si rimanda al paragrafo conclusivo di questo capitolo nel quale viene puntualmente chiarito il lavoro di ulteriore sintesi operato sulla 4 tabelle di caratterizzazione dei parametri geotecnici a loro volta ottenute, per come chiarito ai paragrafi 4 e 6



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>49</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

e relativi sottoparagrafi, dalla sintesi dei dati disponibili suddivisi in base agli anni delle campagne di riferimento (2008 e 2012) ed in base alla via di corsa considerata (lato banchina o lato mare).

## **8.5 Rotaia di corsa su nuovo impalcato banchina (lato mare)**

Similmente a quanto fatto al paragrafo che precede è possibile definire, anche per la via di corsa da realizzare sul nuovo impalcato di banchina, le due colonne stratigrafiche di riferimento caratterizzate, rispettivamente, dal massimo e dal minimo approfondimento del tetto delle argille (litotipi B1 e B2) rispetto all'estradosso banchina; ne discendono le due seguenti stratigrafie di progetto per le verifiche di calcolo dei pali a forze verticali ed orizzontali (cfr. ALLEGATO 8):

### **Schema geotecnico binario lato mare 1:**

- 0,0 ÷ -18,0 m: *mare+banchina*,
- -18,0 m ÷ -22,4 m: *LITOTIPO A*,
- -22,4 m ÷ -26,0 m: *LITOTIPO B1*,
- -26,0 m ÷ punta palo: *LITOTIPO B2*

### **Schema geotecnico binario lato mare 2:**

- 0,0 ÷ -16,5 m: *mare+banchina*,
- -16,5 m ÷ -18,7 m: *litotipo A*,
- -18,7 m ÷ -26,0 m: *litotipo B1*,
- -26,0 m ÷ punta palo: *litotipo B2*.

In ragione del fatto che, cautelativamente, nelle verifiche di capacità portante a carichi verticali si è deciso di non considerare collaboranti alla portanza gli strati a comportamento attritivo (in questo caso solo LITOTIPO A), lo schema di riferimento più gravoso per il dimensionamento dei pali lato mare a forze verticali è proprio quello denominato "1", vale a dire quello caratterizzato, per l'appunto, da un approfondimento maggiore del tetto delle argille rispetto al piano delle banchine.

Per quanto riguarda il valore da attribuire ai parametri fisici e meccanici di ciascun litotipo da impiegare nelle calcolazioni geotecniche, si rimanda al paragrafo conclusivo di detto capitolo nel quale viene puntualmente chiarito il lavoro di ulteriore sintesi operato sulla 4 tabelle di caratterizzazione dei parametri geotecnici a loro volta ottenute, per come chiarito ai paragrafi 4 e 6 e relativi sottoparagrafi, dalla sintesi dei dati disponibili suddivisi in base agli anni delle

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>50</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

campagne di riferimento (2008 e 2012) ed in base alla via di corsa considerata (lato banchina o lato mare).

## 8.6 Valori dei parametri geotecnici di calcolo

Per come già chiarito ai paragrafi 4 e 6 e relativi sottoparagrafi, dedicati alla descrizione del lavoro di analisi ed interpretazione delle campagne d'indagine, in sito ed in laboratorio, di cui agli anni 2008 e 2012, detto lavoro ha di fatto condotto a tre step interpretativi progressivi, ciascuno caratterizzato dalle proprie tabelle di sintesi:


- caratterizzazione geotecnica da campagna d'indagini BH 2008 (sole indagini lato banchina, cfr. Tabella 8);
- caratterizzazione geotecnica da campagna d'indagini RS 2012 (sole indagini lato banchina, cfr. Tabella 10);
- caratterizzazione geotecnica da campagna d'indagini BH 2008 (sole indagini lato mare, cfr. Tabella 9);
- caratterizzazione geotecnica da campagna d'indagini BS 2012 (sole indagini lato mare, cfr. Tabella 11).

Da queste 4 tabelle è stato poi possibile, cumulando le informazioni delle due campagne e mantenendo la distinzione per singola via di corsa della realizzanda gru (lato mare e lato banchina), ottenerne due di sintesi ulteriore, quali quelle di seguito rimesse (detta sintesi è stata ottenuta attraverso la media pesata dei singoli parametri, con pesi rappresentati direttamente dal numero delle determinazioni disponibili per ogni parametro nell'ambito della singola campagna).

Si precisa che rispetto alle 4 tabelle di origine, in quelle di sintesi relative al lato banchina ed al lato mare sono stati aggiunti i coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale), determinati secondo quanto rimesso in dettaglio nel paragrafo 10.4.

Tabella 12 Tabella di sintesi dei risultati delle campagne di indagine BH2008 ed RS2012– lato banchina


Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO C</b> Riempimento corpo banchina con materiale incoerente	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	19,0	-	-	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione efficace	$c'$	0,0	0,0	0,0	kPa
	Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	32,0	27,0	35,0	°
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	133,0	74,0	-	N/cm <sup>3</sup>

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>				
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>				
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>		<b>51</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	89,0	49,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo elastico	E	35,0	18,0	50,0	MPa
<b>LITOTIPO A</b> Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	18,0	-	-	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione efficace	$c'$	0,0	0,0	0,0	kPa
	Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	30,0	28,0	33,0	°
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	-	-	-	N/cm <sup>3</sup>
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	-	-	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo elastico	E	30,0	23,0	35,0	MPa
<b>LITOTIPO B1</b> Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	19,6	19,1	20,6	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione non drenata	$c_u$	216	139	282	kPa
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	142,0	97,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	95,0	65,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo Elastico	E	16,0	11,0	21,0	MPa
<b>LITOTIPO B2</b> Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	19,9	20,9	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione Non Drenata	$c_u$	275	197	356	kPa
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	184,0	139,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	123,0	93,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo Elastico	E	26,0	15,3	38,2	MPa

Tabella 13 Tabella di sintesi dei risultati delle campagne di indagine BH2008 ed RS2012- lato mare

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO A</b>	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	18,0	-	-	kN/m <sup>3</sup>

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>52</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)	Coesione efficace	$c'$	0,0	0,0	0,0	kPa
	Angolo di resistenza al taglio	$\varphi'$	30,0	29,0	33,0	°
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	49,0	39,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	33,0	26,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo elastico	E	33,0	22,0	45,0	MPa
<b>LITOTIPO B1</b>						
Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	19,7	19,1	20,3	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione non drenata	$c_u$	202	133	263	kPa
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	135,0	90,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	90,0	60,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo Elastico	E	16,8	11,0	21,8	MPa
<b>LITOTIPO B2</b>						
Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	20,5	19,7	20,9	kN/m <sup>3</sup>
	Coesione non drenata	$c_u$	270	197	333	kPa
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	179,0	134,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	120,0	90,0	-	N/cm <sup>3</sup>
	Modulo Elastico	E	24,8	21,5	35,0	MPa

A questo punto, allo scopo di ottenere uno schema geotecnico di riferimento unico per l'intera progettualità fondale afferente all'insieme delle realizzazioni previste (pali delle via di corsa lato banchina e lato mare), si è proceduto ad operare un'ulteriore media (pesata) dei dati delle due tabelle di cui sopra, sempre con ricorso a pesi costituiti dal numero delle determinazioni disponibili per ciascun singolo parametro. Ciò ha condotto, in sintesi ultima, alla Tabella che segue, assunta quale riferimento definitivo dei valori dei parametri geotecnici da utilizzare nel calcolo (con particolare riferimento a quelli evidenziati in grassetto).

Tabella 14 Tabella di sintesi ultima delle risultanze due campagne 2008 e 2012, lato mare e lato banchina, da utilizzare nelle verifiche geotecniche di progetto (schema geotecnico di riferimento)

Litotipo	Parametri geotecnici	Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura	N° di determinaz
----------	----------------------	-------------	---------------	----------------	-----------------	------------------

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i> <b>53</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura	N° di determinaz
<b>LITOTIPO C</b> Riempimento corpo banchina con materiale incoerente	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	<b>19,0</b>	-	-	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	0
	Coesione efficace	$c'$	<b>0,0</b>	0,0	0,0	<b>kPa</b>	0
	Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	<b>32,0</b>	27,0	35,0	<b>°</b>	31
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	130,0	<b>75,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	85,0	<b>50,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Modulo elastico	E	<b>35,0</b>	18,0	50,0	<b>MPa</b>	31
<b>LITOTIPO A</b> Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	<b>18,0</b>	-	-	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	0
	Coesione efficace	$c'$	<b>0,0</b>	0,0	0,0	<b>kPa</b>	0
	Angolo di resistenza al taglio	$\phi'$	<b>30,0</b>	28,0	33,0	<b>°</b>	17
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	45,0	<b>40,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	30,0	<b>25,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Modulo elastico	E	<b>31,0</b>	22,0	39,0	<b>MPa</b>	17
<b>LITOTIPO B1</b> Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	<b>19,5</b>	19,0	20,5	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	30
	Coesione non drenata	$C_u$	<b>210</b>	135	275	<b>kPa</b>	47
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	135,0	<b>90,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	90,0	<b>60,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Modulo Elastico	E	<b>16,0</b>	11,0	21,0	<b>MPa</b>	24
<b>LITOTIPO B2</b> Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	Peso dell'unità di volume	$\gamma$	<b>20,5</b>	19,5	21,0	<b>kN/m<sup>3</sup></b>	81
	Coesione non drenata	$C_u$	<b>270</b>	195	345	<b>kPa</b>	139
	Coefficiente Winkler verticale	$k_v$	180,0	<b>135,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Coefficiente Winkler orizzontale	$k_h$	120,0	<b>90,0</b>	-	<b>N/cm<sup>3</sup></b>	0
	Modulo elastico	E	<b>25,0</b>	17,0	37,0	<b>MPa</b>	27

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>54</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

In merito a quanto sopra rimesso va chiarito che l'accezione da attribuire al termine "valori medi" della tabella di cui sopra è quella di "valore caratteristico", così come definito al paragrafo 6.2.2 delle NTC 2008 (D.M. 14/01/08).

Ulteriore precisazione riguarda i valori dei coefficienti di Winkler. In merito si ritiene corretta la scelta all'impiego, quali valori caratteristici, di quelli indicati nella colonna dei minimi: tale scelta appare cautelativa e consigliata in ragione della moltitudine di fattori da cui tale parametro dipende, unitamente alla difficoltà di individuarne, a livello di modellizzazione, un valore unico rappresentativo della realtà del fenomeno. Per tale motivo sono stati evidenziati in grassetto, nella tabella che precede, i minimi per  $k_h$  e  $k_v$  intendendo essi, pertanto, quali valori caratteristici per l'appunto (al pari dei medi per gli altri parametri, anch'essi evidenziati in grassetto per come già chiarito).

In conclusione si rileva anche che all'atto dell'esecuzione dei calcoli di verifica, laddove la schematizzazione imponeva la modellizzazione del tipo a "monostrato", si è sempre proceduto elaborando la media pesata dei parametri caratteristici utilizzando, quali pesi, gli spessori degli strati medesimi.



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>55</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

## 8.7 Attribuzione categoria suolo di fondazione (O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i.)

In ottemperanza ai dettami della normativa sismica vigente, il presente paragrafo è dedicato all'attribuzione della categoria di suolo di fondazione secondo le classi individuate dall'O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i., di cui alla successiva Tabella 15.

Tabella 15 Categorie di suolo di fondazione di cui all'O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
<b>A</b>	<i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m</i>
<b>B</b>	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica <math>N_{SPT} &gt; 50</math>, o coesione non drenata <math>C_u &gt; 250</math> kPa)</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di <math>V_{s30}</math> compresi tra 180 e 360 m/s (<math>15 &lt; N_{SPT} &lt; 50</math>, <math>70 &lt; C_u &lt; 250</math> kPa)</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di <math>V_{s30} &lt; 180</math> m/s (<math>N_{SPT} &lt; 15</math>, <math>C_u &lt; 70</math> kPa)</i>
<b>E</b>	<i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di <math>V_{s30}</math> simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con <math>V_{s30} &gt; 800</math> m/s</i>

In aggiunta a queste cinque categorie se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

- S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $PI > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 100$  m/s ( $10 < C_u < 20$  kPa);
- S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Tenendo conto che ai fini dell'attribuzione della categoria di suolo nei termini sopra indicati, concorrono sia i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m  $V_{s30}$ , sia i valori medi dei colpi  $N_{SPT}$  (corretti con la profondità) registrati durante le omonime prove in foro di sondaggio, sia i valori medi  $C_u$  ottenuti da prove di laboratorio, nel caso in oggetto ed in riferimento ai dati disponibili si sono utilizzate le risultanze:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>56</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

- delle prove SPT in foro di sondaggio relative alla campagna di indagine BH2008 (lato banchina e lato mare) dalle quali si è ricavato il valore di  $N_{SPT}$  medio che caratterizza i due litotipi più superficiali LITOTIPO A (lato mare) e LITOTIPO C (lato banchina; cfr. paragrafi 4.2 e 4.3 ed ALLEGATO 1a e ALLEGATO 2a), nonché, mediante correlazioni specifiche, il valore delle  $V_s$ ;
- delle prove di laboratorio su campioni prelevati durante i sondaggi BH2008 (lato banchina e lato mare) dalle quali si è ricavato il valore di  $C_u$  medio che caratterizza il LITOTIPO B (cfr. paragrafi 4.2 e 4.3 ed ALLEGATO 1b e ALLEGATO 2b);
- delle prove di laboratorio su campioni prelevati durante i sondaggi RS2012 (lato banchina) e BS2012 (lato mare) dalle quali si è ricavato il valore di  $C_u$  medio che caratterizza il LITOTIPO B (cfr. paragrafi 6.1 e 6.2 ed ALLEGATO 3 e ALLEGATO 4);
- delle n. 2 prospezioni sismiche in foro di tipo Down-Hole eseguite durante la campagna di indagini del giugno 2012 (cfr. paragrafo 6.4) dalle quali si è ricavato il valore delle  $V_{s30}$ ;
- dei n. 10 stendimenti sismici effettuati anch'essi durante la campagna d'indagine del giugno 2012 (cfr. paragrafo 6.5) dai quali si è ricavato il valore delle  $V_{s30}$ .

La successiva Tabella 16 riporta il quadro sinottico delle risultanze delle indagini citate, in termini di parametri utili ( $V_s$ ,  $NSPT$ ,  $C_u$ ) alla definizione della categoria di suolo di fondazione.

Tabella 16 Quadro riassuntivo risultanze campagne di indagini ottobre 2008 e giugno 2012 ai fini della attribuzione della categoria di suolo di fondazione

Tipo di indagine	Litotipo di riferimento	Profondità media di riferimento	Parametri di riferimento (valori caratteristici)				Categoria di suolo
			$N_{SPT}$ [n. colpi]	$C_u$ [kPa]	$V_s$ [m/s]	$V_{s30}$ [m/s]	
<b>Prove SPT</b> BH2008 (lato banchina)	LITOTIPO C	da 0,0 a -13,5 m da p.c.	32	-	228	-	<b>C</b>
	LITOTIPO A	da -13,5 a -15,0 m da p.c.	21	-	250	-	<b>C</b>
<b>Prove SPT</b> BH2008 (lato mare)	LITOTIPO A	da -17,0 a -20,4 m da p.c.	28	-	180	-	<b>C</b>
<b>Prove laboratorio</b> BH2008 (lato banchina)	LITOTIPO B1	da -15,0 a -26,0 m da p.c.	-	230	-	-	<b>C</b>
	LITOTIPO B2	da -26,0 a fine sondaggi (-40,0 m da p.c.)	-	270	-	-	<b>B</b>
<b>Prove laboratorio</b> BH2008 (lato mare)	LITOTIPO B1	da -20,4 a -26,0 m da p.c.	-	200	-	-	<b>C</b>
	LITOTIPO B2	da -26,0 a fine sondaggi (-50,0 m da p.c.)	-	270	-	-	<b>B</b>

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>57</b>	<b>266</b>

Tipo di indagini	Litotipo di riferimento	Profondità media di riferimento	Parametri di riferimento (valori caratteristici)				Categoria di suolo
			N <sub>SPT</sub> [n. colpi]	C <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	V <sub>s30</sub> [m/s]	
<b>Prove laboratorio</b> RS2012 (lato banchina)	LITOTIPO B1	da -15,0 a -26,0 m da p.c.	-	170	-	-	<b>C</b>
	LITOTIPO B2	da -26,0 a fine sondaggi (-65,0 m da p.c.)	-	280	-	-	<b>B</b>
<b>Prove laboratorio</b> BS2012 (lato mare)	LITOTIPO B1	da -20,4 a -26,0 m da p.c.	-	205	-	-	<b>C</b>
	LITOTIPO B2	da -26,0 a fine sondaggi (-65,0 m da p.c.)	-	270	-	-	<b>B</b>
<b>Prove Down-Hole 2012</b>	LITOTIPI B1 e B2*	da -12,5 a -42,5 m da p.c.	-	-	-	374÷375	<b>B</b>
<b>Stendimenti sismici 2012</b>	LITOTIPI A, C, B1 E B2**	da 0,0 a -30,0 m da p.c.	-	-	-	633	<b>B</b>
* la determinazione delle V <sub>s30</sub> è stata effettuata tra -12,0÷-13,0 m dal p.c. e -42,0÷-43,0 m dal p.c., dunque nei LITOTIPI B1 e B2 bypassando quelli sovrastanti, nell'ottica di non considerare la portanza laterale di questi ultimi nei calcoli di progetto;							
** la determinazione delle Vs30 è stata effettuata a partire dal p.c. e dunque in tutti i litotipi indicati.							

In considerazione dei dati di cui alla tabella sopra, con particolare riferimento anche alle profondità d'interesse nell'ambito dei 30 m significativi a partire dall'ingresso dei pali all'interno del substrato argilloso portante, appare consigliabile e cautelativo il ricorso all'attribuzione della categoria "C" al suolo di fondazione. Detta scelta appare sposabile, a favore di sicurezza, anche in ragione delle seguenti due circostanze: i valori di C<sub>u</sub> caratteristici risultano per il litotipo B1 inferiori (per il litotipo B2 solo di poco superiori) al limite, pari a 250 kPa, che discrimina il passaggio fra "suolo di tipo C" e "suolo di tipo B"; trattandosi di opere a mare caratterizzate da un notevole sviluppo lineare (1.200 m), esse possono interessare situazioni stratigrafiche estremamente variabili per cui i passaggi litostratigrafici non presentano mai una continuità orizzontale. A ciò si aggiunga anche che alcune determinazioni del valore delle onde di taglio da indagine indiretta hanno comunque evidenziato valori nelle argille che orientano anch'essi verso la scelta suggerita.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>58</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

## 9. DIMENSIONAMENTO DEI PALI A FORZE VERTICALI

### 9.1 Premessa

Qui di seguito viene rimessa la parte teorica afferente alle verifiche progettuali, ai sensi del D.M. 14/01/2008 (di seguito semplicemente NTC2008), dei pali di fondazione a forze verticali (rottura ed esercizio) sia della trave del binario di corsa lato banchina esistente sia di quella lato mare (quest'ultima da realizzarsi nella parte di banchina in ampliamento).

Il ricorso ai pali consentirà di trasferire i carichi applicati alla loro sommità (testa pali= intradosso plinto di solidarizzazione) agli strati di terreno più profondi e, in generale, più resistenti, limitando al contempo l'entità dei cedimenti.

In tal senso, pertanto, ed in riferimento ai pali di grande diametro previsti in progetto ( $\Phi = 1.200$  mm), verranno condotte le necessarie verifiche geotecniche con i metodi semiprobabilistici agli stati limite ultimo e di esercizio di cui alle NTC 2008, verificando la resistenza della palificata (portanza) oltre che la sua deformabilità (cedimenti attesi).

Per facilità e snellezza di comprensione le risultanze del calcolo verranno espone in dedicato paragrafo (oltre che nella sezione allegati), altro rispetto al presente rivolto all'esplicazione delle modalità di effettuazione del calcolo stesso, comprensivo degli opportuni richiami alla parte teorica di riferimento.

### 9.2 Carico limite alle azioni verticali

Per il calcolo del carico limite di rottura dei pali sotto carichi verticali sono state introdotte, storicamente, diverse procedure per modellizzarne il comportamento abbattendo al massimo le incertezze di determinazione. Nonostante i limiti intrinseci legati al carattere essenzialmente empirico, lo strumento cui si ricorre più frequentemente per il calcolo della portanza è proprio quello delle formule empiriche dove il carico limite  $Q_{lim}$  si compone, in specifico, attraverso la somma di due addendi:

$$Q_{lim} = Q_b + Q_s \quad [1]$$

dove è:

$Q_b$ = resistenza alla punta [kN];

$Q_s$ = resistenza laterale [kN].

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>59</b>	<b>266</b>

Si tratta di una formula convenzionale con la precisazione, importante per il progetto specifico in cui si ha a che fare con pali di grande diametro, che l'entità dei cedimenti in grado di mobilitare la resistenza laterale è ben inferiore (da pochi mm fino ad un massimo di 1÷2 cm) rispetto a quella necessaria alla mobilitazione dell'intero valore della resistenza alla punta, ottenibile per assestamenti dell'ordine del 10%÷30% del diametro D del palo. Nel caso specifico, pertanto, il dimensionamento della resistenza alla punta verrà perpetrato in stretto riferimento alle considerazioni relative alla limitazione dei cedimenti e, quindi, con riferimento a stati limite di servizio.

Entrando nello specifico, la resistenza alla punta  $Q_b$  è ricavabile dall'espressione:

$$Q_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot p \quad [2]$$

dove è:

D= diametro del palo [m],  
p= resistenza unitaria alla punta [kPa].

Per un mezzo che risulti a comportamento contestualmente attritivo e coesivo si pone, in generale:

$$p = N_q \cdot \sigma_{VL} + N_c \cdot c \quad [3]$$

dove è:

$\sigma_{VL}$ = tensione litostatica verticale alla profondità della base del palo [kPa],  
 $N_q$  ed  $N_c$ = fattori adimensionali funzione dell'angolo di resistenza al taglio e del rapporto L/D, con L= lunghezza del palo, con il seguente legame fra i due:  $N_c = (N_q - 1) \cdot \cotg \varphi$ .

Nel caso di specie ed in riferimento alle condizioni non drenate, la tensione verticale sopra citata deve essere espressa in termini di tensioni totali mentre per i parametri di resistenza del terreno si deve assumere  $c=c_u$  e  $\varphi_u=0$ . Ciò determina, a sua volta, l'assunzione di  $N_q=1$  ed  $N_c=9$ , per cui la resistenza unitaria alla punta diviene definitivamente esprimibile come:

$$p = \sigma_{VL} + 9 \cdot c_u \quad [4]$$

dove  $c_u$ , espressa in kPa, rappresenta proprio la resistenza al taglio non drenata del terreno.

Per quanto riguarda, invece, la resistenza laterale  $Q_s$ , essa appare ricavabile a mezzo della seguente espressione:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIVALUTAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>60</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L s \cdot dz \quad [5]$$

dove è:

D= diametro del palo [m],

L= lunghezza del palo [m],

s= resistenza tangenziale all'interfaccia palo-terreno [kPa].

Nella fattispecie ed in riferimento alle condizioni non drenate, la resistenza tangenziale s sopra citata appare esprimibile quale quota parte della resistenza al taglio non drenata  $c_u$  secondo la seguente espressione:

$$s = \alpha \cdot c_u \quad [6]$$

dove è:

$\alpha$ = coefficiente adimensionale,

$c_u$ = resistenza al taglio non drenata [kPa].

Indicazioni sui valori da assumere per il coefficiente  $\alpha$  sono desumibili sia dalle raccomandazioni AGI 1984 sia da Viggiani 1999, secondo le tabelle schematiche qui di seguito proposte:

Tabella 17 Valori di  $\alpha$  in funzione di  $c_u$  (AGI 1984)

	Tipo di palo	Valori di $c_u$ [kPa]	Valori di $\alpha$ [-]	$(\alpha \cdot c_u)_{max}$ [kPa]
Battuti	Calcestruzzo	$\leq 25$	1,0	120
		25÷50	0,85	
		50÷75	0,65	
		$\geq 75$	0,5	
Trivellati	Acciaio	$\leq 25$	1,0	100
		25÷50	0,8	
		50÷75	0,65	
		$\geq 75$	0,5	
Trivellati	Calcestruzzo	$\leq 25$	0,9	100
		25÷50	0,8	
		50÷75	0,6	
		$\geq 75$	0,4	



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>61</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

Tabella 18 Valori di  $\alpha$  in funzione di  $c_u$  (Viggiani 1999)

Tipo di palo	Valori di $c_u$		Valori di $\alpha$
	[kPa]		
Battuti	$\leq 25$		1,0
	$25 < c_u < 70$		$1 - 0,011 (c_u - 25)$
	$\geq 70$		0,5
Trivellati	$\leq 25$		0,7
	$25 < c_u < 70$		$0,7 - 0,008 (c_u - 25)$
	$\geq 70$		0,35

### 9.3 Coefficiente di sicurezza e stato limite ultimo

Sia il D.M. 11 marzo 1988 sia le raccomandazioni AGI fanno riferimento, per la verifica dei pali di fondazione, a valori del coefficiente di sicurezza  $F_s$  (inteso quale rapporto fra il valore medio stimato della capacità portante limite del palo  $R_{cm}=Q_{lim}$  ed il valore caratteristico del carico applicato  $F_{ck}$ ;  $F_s = R_{cm}/F_{ck}$ ) che deve rispettare i seguenti limiti:

- $F_s \geq 2,5$  (D.M. 11/03/88) per pali dimensionati con correlazioni con prove in sito o con parametri geotecnici;
- $2,5 < F_s < 3,5$  (raccomandazioni AGI); nel caso si faccia riferimento alla pressione che provoca l'insorgere di deformazioni plastiche alla base si può assumere  $1,75 < F_s < 2,5$ .

In riferimento alle più recenti normative (Eurocodici e vigenti NTC 2008), che tendono ad introdurre metodi di calcolo basati su verifiche agli stati limite, l'approccio metodologico è quello che prevede il ricorso a coefficienti parziali da adottare per le verifiche geotecniche con i metodi semiprobabilistici agli stati limite ultimo e di esercizio.

In merito, per comprovare che la fondazione è in grado di sopportare il carico di progetto con un adeguato margine di sicurezza nei confronti dello stato limite deve risultare soddisfatta la seguente espressione:

$$F_{c,d} \leq R_{c,d} \quad [7]$$


dove è:

$F_{c,d}$  = carico assiale di progetto;

$R_{c,d}$  = capacità portante di progetto allo stato limite ultimo della palificata per carichi assiali.

Detta condizione, tradotta in termini di coefficiente di sicurezza di cui all'espressione [7], si traduce nel verificare detto coefficiente dover risultare maggiore o uguale all'unità.

Le verifiche devono essere effettuate con almeno uno dei seguenti due approcci:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>62</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

– Approccio 1:

- Combinazione 1: A1+M1+R1,
- Combinazione 2: A2+M1+R2<sup>8</sup>;

– Approccio 2: A1+M1+R3

ove il segno “+” è da intendersi non nel senso algebrico del termine bensì nel senso di “combinato con”.

Nel caso in cui si opti per l’approccio 1 le verifiche devono essere eseguite con entrambe le combinazioni di fattori: in merito si ricorda che, ai fini geotecnici, la combinazione 2 è quella più significativa. Nel caso specifico si procederà all’esecuzione delle verifiche del caso secondo entrambi gli approcci, a favore di sicurezza ed a riscontro della variabilità dei risultati ottenuti, senz’altro d’utilità al fine di tarare la significatività del dimensionamento. Si procederà, inoltre, anche allo svolgimento della verifica in condizioni sismiche.

La normativa definisce tre serie di coefficienti parziali:

- A= coefficienti da applicare alle azioni (permanenti, variabili e sismiche);
- M= coefficienti parziali riduttivi delle resistenze dei materiali;
- R= coefficienti parziali da applicare alle resistenze laterali e di base.

Nel ricordare che nel caso di fondazioni su pali i parametri geotecnici del terreno (angolo di resistenza al taglio, coesione efficace, resistenza al taglio non drenata) non vanno fattorizzati (no coefficienti M1), qui di seguito si restituisce il dettaglio per i coefficienti A ed R.

### **Coefficienti A (azioni)**

Tabella 19 Coefficienti da applicare alle azioni (permanenti, variabili, sismiche)

<b>CARICHI</b>	<b>EFFETTO</b>	<b>COEFFICIENTE PARZIALE <math>F</math></b>	<b>EQU</b>	<b>A1 STR</b>	<b>A2 GEO</b>
Permanenti strutturali $G_1$	Favorevole	G1	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non	Favorevole	G2	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>8</sup> Nel testo delle NTC 2008 si ritrova l’errata indicazione della combinazione A2+M2+R2; detto refuso viene corretto nella circolare 617/2009 che contiene le istruzioni per l’applicazione del D.M. 14/01/2008 stesso.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina Page <b>63</b>	Di of <b>266</b>

strutturali G <sub>2</sub>					
Variabili Q	Favorevole	Q	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

I carichi permanenti portati G<sub>2</sub> sono, per altro, assimilati a quelli strutturali G<sub>1</sub> se completamente definiti e a quelli variabili Q in caso contrario (il gruppo EQU non è significativo per i pali).

L'azione di progetto applicata alla fondazione può, allora, esprimersi come:

$$F_{c,d} = \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_Q \cdot Q \quad [8]$$

Si rileva che, in accordo con quanto previsto dalle NTC 2008, il termine F<sub>c,d</sub> deve comprendere il peso proprio del palo.

In condizioni di sisma agente (verifiche sismiche) i coefficienti delle azioni devono essere posti pari all'unità (γ<sub>F</sub>).

### **Coefficienti R (resistenze laterali e di base)**

Per i pali trivellati essi valgono:

Tabella 20 Coefficienti da applicare alle resistenze laterali e di base

Resistenza	COEFFICIENTE R	R1	R2	R3
Base	b	1,0	1,7	1,35
Laterale in compressione	s	1,0	1,45	1,15
Laterale in trazione	st	1,0	1,6	1,25

Il carico limite di progetto R<sub>cd</sub> è ricavato dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd} \quad [9]$$

dove è:

R<sub>bd</sub>= resistenza alla punta di progetto;

R<sub>sd</sub>= resistenza laterale di progetto.

I valori delle resistenze laterali di progetto sono ricavati dai valori caratteristici, R<sub>bk</sub> ed R<sub>skv</sub>, per tramite dei coefficienti parziali riportati nella tabella 4 attraverso le seguenti espressioni:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>64</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

$$R_{bd} = \frac{R_{bk}}{\gamma_b} \quad [10\_a]$$

$$R_{sd} = \frac{R_{sk}}{\gamma_s} \quad [10\_b]$$

I sopra citati valori caratteristici sono, a loro volta, da determinare attraverso la:

$$R_{ck} = (R_{bk} + R_{sk}) = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c;cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad [11]$$

dove i valori  $\xi_3$  e  $\xi_4$  sono fattori che dipendono dal numero delle verticali indagate  $n$ , secondo la logica riportata nella tabella che segue:

Tabella 21 Coefficienti  $\xi$  in funzione delle verticali indagate

<b>n</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>≥10</b>
3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Con questo metodo il calcolo di ciascun palo deve, in buona sostanza, essere ripetuto due volte per i due insiemi di parametri di resistenza del terreno: quelli medi e quelli minimi.

Dal punto di vista operativo, pertanto, una volta scelto l'insieme dei coefficienti parziali da utilizzare si procede magnificando i carichi mediante l'insieme dei coefficienti A per ottenere il carico di progetto  $F_{c,d}$ . Successivamente si procede al calcolo della resistenza limite del palo con parametri medi e minimi e, da questi, al calcolo dei valori caratteristici di resistenza laterale e base mediante la formula [11] per poi, da ultimo, calcolare la resistenza di progetto  $R_{c,d}$  proprio attraverso le espressioni [10\_a] e [10\_b].

Appare evidente la logica per cui, in un siffatto approccio probabilistico, vengono premiati i casi in cui si dispone di un numero più alto di verticali indagate. In tal senso la ratio è quella di andare a ricompensare i casi in cui si dispone di un numero più alto di verticali indagate in quanto, in proporzione diretta alla loro numerosità, si riduce anche l'incertezza nella conoscenza dei parametri medi di resistenza dei terreni (maggiore dettaglio nella definizione di tale dato). Pertanto, l'investimento in una consistente e mirata campagna di indagini geognostiche può limitare gli effetti dell'aumento dei coefficienti parziali che, a loro volta, si tradurrebbero in un aumento dei costi di realizzazione: in tal seno è possibile, in termini complessivi, ottenere un

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>65</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

bilancio positivo; nel caso de quo ed in riferimento alla nuova campagna d'indagini, si è teso operare proprio in questo senso.

## 9.4 Calcolo dei cedimenti

Per il calcolo dei cedimenti della palificata, fermo restando l'output principale fornito dal modello FEM (cui si rimanda) anche per quanto attiene ai cedimenti differenziali attesi ed alle relative distorsioni (soqqadri), si è proceduto altresì, in questa sede, ad una stima degli stessi sul singolo palo per via analitica. In merito, i vari approcci e modelli di sottosuolo prescelti conducono ad espressioni del cedimento del palo secondo la seguente espressione:

$$\delta = \beta \cdot F_{ck} / E \cdot L \quad [12]$$

dove è:

- β= coefficiente di influenza adimensionale funzione di L/D e del modello di sottosuolo adottato;
- F<sub>ck</sub>= carico caratteristico agente;
- E= modulo elastico del terreno;
- L= lunghezza del palo.

Nel caso in cui il palo è realizzato in terreni stratificati, la lunghezza cosiddetta "utile" (L<sub>u</sub>) da introdurre nelle formule per il calcolo dei cedimenti coincide con quella relativa al tratto di palo ammorsato negli strati inferiori più rigidi (cosiddetti "portanti"). In analogia, il modulo E da introdurre è proprio quello dello strato di terreno in cui è ammorsato il palo (nel caso di terreno multistrato si può ricorrere ad un unico strato omogeneizzato con modulo pari alla media pesata dei moduli ascrivibili a ciascuno strato).

In riferimento alla teoria di Poulos & Davis (1981) si ha:

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_u / D) \quad [13]$$

Nella stima resa nell'ambito del presente lavoro è stata considerata quale "utile", a favore di sicurezza, la sola lunghezza di palo all'interno dei litotipo B1 e B2, senza considerare i contributi ne del litotipo A ne del litotipo C.

Per l'effettuazione del calcolo, i cui esiti sono esposti in sede di paragrafo 9.5.4, sono stati ereditati dal modello FEM i carichi N complessivi agenti nelle più sfavorevoli condizioni ed a livello di modulo di fondazione considerato nel suo insieme che, diviso per il n° di pali sottostanti restituisce il carico da considerare ai fini del calcolo sul singolo palo. La conseguente azione

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>66</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

introdotta nelle calcolazioni è risultata essere il carico medio agente negli elementi della palificata ( $N_{\text{totale}}/n^{\circ}$  pali) suddiviso nelle sue componenti permanente (G) e variabile (Q), entrambe nelle condizioni più gravose legate alla posizione delle gru lungo l'asse longitudinale dei binari con il numero massimo di ruote possibile poggianti al di sopra del modulo di fondazione e con le condizioni di operatività, sia in termini di posizione del braccio sia in termini di condizioni del vento, maggiormente cautelative.

## 9.5 Esito delle verifiche svolte a forze verticali

### 9.5.1 Carichi e schemi geotecnici di riferimento

In riferimento all'analisi dei carichi di cui alla relazione strutturale si riassumono, nella tabella che segue, i valori delle sollecitazioni di riferimento, suddivisi nelle loro componenti permanente (G) ed accidentale (Q), in base ai quali operare il dimensionamento a forze verticali secondo le combinazioni previste ai sensi delle NTC2008. Per come richiesto dalla medesima normativa è stato considerato anche il peso proprio del palo che, con riferimento al diametro  $\Phi = 1.200$  mm ed al  $\gamma$  del cls armato pari a  $25 \text{ kN/m}^3$ , assomma a  $27,274 \text{ kN/m}$  (per ogni metro di palo, per l'appunto).

Il dimensionamento a forze verticali, sia dei pali lato terra sia di quelli lato mare, è stato eseguito sul palo più sollecitato ed in riferimento allo schema stratigrafico maggiormente cautelativo (cfr. paragrafo 8 e relativi sottoparagrafi ed

ALLEGATO 7 e ALLEGATO 8). Per la stima dei cedimenti sono stati impiegati i valori del carico complessivo trasmesso dal singolo modulo di fondazione ai pali ad esso sottostanti (18 pali per il modulo di nuova banchina e 14 pali per quello su banchina esistente).

Nell'ambito della relazione strutturale vengono descritte le modalità attraverso le quali sono stati ottenuti i valori delle forze sollecitanti sul singolo palo, nelle loro componenti permanente (G) ed accidentale (Q), al variare della posizione delle gru lungo i binari e considerando:

- le possibili differenti condizioni di vento agente a  $20 \text{ m/s}$  ovvero a  $42 \text{ m/s}$  unitamente a quelle di operatività della gru (stallo/esercizio) e per le differenti possibili posizioni del braccio (condizioni BD e BS);
- le forze d'inerzia indotte dall'occorrere del sisma (metodo pseudostatico).

Nelle tabelle di sintesi che seguono, che riassumono le sole combinazioni d'interesse in quanto maggiormente onerose e, pertanto, definenti il dimensionamento dei pali a forze verticali,

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>67</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

risultano assenti gli sforzi di trazione: essi, infatti, sono sempre compensati dal peso proprio del palo (completa assenza di sforzi di trazione).

Tabella 22 Carichi massimi permanenti e variabili (condizioni BD e BS) al netto del peso proprio del palo e dell'azione sismica (su singolo palo e su modulo di fondazione più caricato)

LINEA DI CORSA CONSIDERATA (condizioni BD e BS)	$N_{(G)}^+$ [kN]	$N_{(Q)}^+$ [kN]
<b>Palo LT_dietro_trave</b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	2.337	1.323
<b>Palo LT_no_trave</b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	2.349	1.154
<b>Palo LM_M</b> (via di corsa esterna fila lato mare)	3.859	549
	2.596	1.646
<b>Palo LM_T</b> (via di corsa esterna fila lato terra)	1.745	719
	1.458	1.208
<b>Modulo fondazione lato terra*</b>	19.310	10.001
<b>Modulo fondazione lato mare*</b>	20.620	2.471
NB_1: i carichi a livello di modulo globale di fondazione funzionali al calcolo dei cedimenti sono già quelli massimi estrapolati dalle differenti condizioni di carico esplorate in sede di relazione strutturale con riferimento agli output restituiti dal modello FEM; NB_2: detti carichi suddivisi per il n° di pali afferenti a ciascun modulo di fondazione (14 e 18 rispettivamente per il lato terra ed il lato mare) sono quelli utilizzati ai fini del calcolo dei cedimenti di cui al paragrafo 9.5.4)		

Tabella 23 Carichi massimi indotti dal sisma su singolo palo più caricato (al netto del peso proprio del palo)

LINEA DI CORSA CONSIDERATA (condizioni EQ)	$N_{(Q)}^+$ [kN]
<b>Palo LT_dietro_trave</b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	5.266
<b>Palo LT_no_trave</b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	5.468
<b>Palo LM_M</b> (via di corsa esterna fila lato mare)	6.097
<b>Palo LM_T</b> (via di corsa esterna fila lato terra)	3.278

I valori assunti per i parametri fisico-meccanici sono quelli caratteristici di cui al paragrafo 8.6 efficacemente riassunti nella Tabella 14.



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>68</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

### 9.5.2 Ipotesi di calcolo

In riferimento sia all'eterogeneità del materiale che compone il litotipo C sia alla necessità di interferire il meno possibile, a mezzo della realizzazione dei nuovi pali lato terra, con l'attuale banchina non modificandone, nella sostanza, l'attuale status delle distribuzioni tensionali, si è deciso di considerare il contributo alla portanza dei pali fornito solo ed esclusivamente del LITOTIPO B (argille, a sua volta suddiviso in LITOTIPO B1 – porzione superficiale e LITOTIPO B2 – porzione profonda); ciò bypassa, fra l'altro, qualunque possibile problematica legata ad un potenziale fenomeno della liquefazione (in merito si rimanda, in ogni caso, a quanto già argomentato in sede di paragrafo 7).

Nello schema di calcolo si è pertanto assunto quale non collaborante alla portanza sia il LITOTIPO C (riempimento banchina) sia il LITOTIPO A (sedimenti), quest'ultimo comunque contraddistinto da caratteristiche meccaniche non buone e potenze limitate.

### 9.5.3 Output di calcolo resistenza

Per lo schema geotecnico più gravoso sono state operate, in ogni caso, sia le verifiche di cui all'approccio 1 e 2 sia quelle di cui all'approccio 2 (cfr. paragrafo 9.3); nell'ambito dell'approccio 1 sono state elaborate entrambe le combinazioni di carico possibili. Si è anche proceduto alla esecuzione delle verifiche in condizioni sismiche (metodo pseudostatico; cfr. relazione strutturale).

Qui di seguito, pertanto, vengono tabellati i risultati di sintesi di tutte le combinazioni di verifica esplorate ferma restando la circostanza per la quale, nell'apposito allegato di calcolo, verrà rimessa la sola verifica che restituisce il coefficiente di verifica [7] più basso, vale a dire quello definente il dimensionamento ultimo dei pali.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina Page	<b>69</b>	Di of	<b>266</b>

Tabella 24 Output verifiche pali a forze verticali (resistenza) – Pali rotaia lato terra

<i>Palo + sollecitato rotaia lato TERRA - dietro trave</i>											
Caso	Stratigrafia di riferimento	Annotazioni	Metodo di calcolo	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	L <sub>utile_palo</sub> [m]	G [kN]	Q [kN]	R <sub>c,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]	FS
1	A: spess. max litotipo C	Strati incoerenti non collaboranti	A1+M1+R1	1,2	46,0	29,3	3.638,00	1.323,00	8.337,90	6.713,90	1,24
			A2+M1+R2						5.494,80	5.357,90	1,03
			A1+M1+R3						6.925,80	6.713,90	1,03
			SISMA						0,00	6.567,00	6.925,80

<i>Palo + sollecitato rotaia lato TERRA - no trave</i>											
Caso	Stratigrafia di riferimento	Annotazioni	Metodo di calcolo	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	L <sub>utile_palo</sub> [m]	G [kN]	Q [kN]	R <sub>c,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]	FS
1	A: spess. max litotipo C	Strati incoerenti non collaboranti	A1+M1+R1	1,2	46,0	29,3	3.650,00	1.154,00	8.337,90	6.476,00	1,29
			A2+M1+R2						5.494,80	5.150,20	1,07
			A1+M1+R3						6.925,80	6.476,00	1,07
			SISMA						0,00	6.769,00	6.925,80

Tabella 25 Output verifiche pali a forze verticali (resistenza) – Pali rotaia lato mare (fila esterna)

<i>Palo + sollecitato rotaia lato MARE (esterna) - COMBINAZIONE A</i>											
Caso	Stratigrafia di riferimento	Annotazioni	Metodo di calcolo	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	L <sub>utile_palo</sub> [m]	G [kN]	Q [kN]	R <sub>c,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]	FS
7	D: max profondità tetto litotipo B	Strati incoerenti non collaboranti	A1+M1+R1	1,2	54,0	34,6	5.386,00	549,00	9.864,40	7.825,30	1,26
			A2+M1+R2						6.372,50	6.099,70	1,04
			A1+M1+R3						8.032,60	7.825,30	1,03
			SISMA						0,00	7.624,00	8.032,60

<i>Palo + sollecitato rotaia lato MARE (esterna) - COMBINAZIONE B</i>											
Caso	Stratigrafia di riferimento	Annotazioni	Metodo di calcolo	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	L <sub>utile_palo</sub> [m]	G [kN]	Q [kN]	R <sub>c,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]	FS
7	D: max profondità tetto litotipo B	Strati incoerenti non collaboranti	A1+M1+R1	1,2	54,0	34,6	4.123,00	1.646,00	9.864,40	7.828,90	1,23
			A2+M1+R2						6.372,50	6.262,80	1,02
			A1+M1+R3						8.032,60	7.828,90	1,03
			SISMA						-	-	-

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina Page <b>70</b>	Di of <b>266</b>

Tabella 26 Output verifiche pali a forze verticali (resistenza) – Pali rotaia lato mare (fila interna)

<b><i>Palo + sollecitato rotaia lato MARE (interna) - COMBINAZIONE A</i></b>											
Caso	Stratigrafia di	Annotazioni	Metodo di calcolo	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	L <sub>utile_palo</sub> [m]	G [kN]	Q [kN]	R <sub>c,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]	FS
7	D: max profondità tetto litotipo B	Strati incoerenti non collaboranti	A1+M1+R1	1,2	45,0	25,6	3.018,00	719,00	7.527,60	5.001,90	1,50
			A2+M1+R2						4.956,20	3.952,70	1,25
			A1+M1+R3						6.246,90	5.001,90	1,25
			SISMA				0,00	4.551,00	6.246,90	4.551,00	1,37

<b><i>Palo + sollecitato rotaia lato MARE (interna) - COMBINAZIONE B</i></b>											
Caso	Stratigrafia di	Annotazioni	Metodo di calcolo	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	L <sub>utile_palo</sub> [m]	G [kN]	Q [kN]	R <sub>c,d</sub> [kN]	N <sub>d</sub> [kN]	FS
7	D: max profondità tetto litotipo B	Strati incoerenti non collaboranti	A1+M1+R1	1,2	45,0	25,6	2.731,00	1.208,00	7.527,60	5.362,30	1,4
			A2+M1+R2						4.956,20	4.301,40	1,15
			A1+M1+R3						6.246,90	5.362,30	1,16
			SISMA						-	-	-

Pertanto, il dimensionamento a capacità portante assiale dei pali delle due vie di corsa restituisce il seguente dettaglio:

### **LINEA DI CORSA GRU INTERNA**

Pali lato terra dietro trave (LT<sub>dietro\_trave</sub>):

- $\Phi = 1.200$  mm,
- L = 46 m

Pali lato terra no trave (LT<sub>no\_trave</sub>):

- $\Phi = 1.200$  mm,
- L = 46 m


### **LINEA DI CORSA GRU ESTERNA**

Pali lato mare (LM M):

- $\Phi = 1.200$  mm,
- L = 54 m.

Pali lato terra (LM T):

- $\Phi = 1.200$  mm,
- L = 45 m.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>71</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Ne discende, quindi, un diametro pari a  $\Phi = 1.200$  mm comune a tutti i pali con una lunghezza pari a 46 m per la via di corsa interna e di 45 m ovvero 54 m per la via di corsa esterna, rispettivamente per la fila lato terra e per quella lato mare (su cui insiste direttamente la rotaia).

Inoltre, in riferimento allo schema geotecnico di calcolo assunto (il piú cautelativo, con il tetto della formazione argillosa maggiormente approfondito), le minime lunghezze di palo all'interno delle argille portanti (LITOTIPI B1 e B2) assommano a complessivi 29,3 m (pali LT), 25,6 m (pali LM\_T) e 34,6 m (pali LM\_M).

Si rimanda alla visione dell'ALLEGATO 9 per il dettagli analitico delle calcolazioni svolte.

#### 9.5.4 Output di calcolo cedimenti

In riferimento all'analisi dei carichi di cui alla relazione strutturale, schematicamente riassunta al paragrafo posto in testa alla presente relazione, ed in riferimento alla geometria finale derivata dal dimensionamento di cui al paragrafo che precede è stato possibile calcolare il cedimento massimo atteso sul singolo palo, secondo la teoria richiamata al paragrafo 9.4.

Anche portando in conto l'aggravio di scarico verticale variabile  $N_{(Q)}$  causato dalle forze del vento nella configurazione maggiormente cautelativa (cfr. Tabella 1), i cedimenti massimi sono risultati dell'ordine di pochi millimetri.

A controprova di detto valore analitico, ottenuto in riferimento al modulo di elasticità derivato dalle prove edometriche disponibili (cfr. espressione [12]), il modello di calcolo FEM ha evidenziato anch'esso cedimenti sempre dell'ordine di pochi millimetri, del tutto comparabili con quelli ottenuti per via analitica; si ricorda, in merito, che il modello FEM ha operato a mezzo della schematizzazione del terreno alla Winkler.

Nel rimandare all'Allegato 10 per il dettaglio analitico del calcolo, nella tabella che segue si riportano i valori del cedimento massimo ottenuto nell'ambito del singolo modulo di fondazione. Si precisa che il calcolo analitico in forma chiusa del cedimento ha fatto riferimento, cautelativamente, ad una lunghezza utile  $L_u$  (cfr. espressioni [12] e [13]) pari alla sola lunghezza di palo all'interno delle argille (litotipi B1 e B2) e questo sia per i pali lato terra (LT) sia per i pali lato mare (LM); nell'ambito della lunghezza utile si è poi proceduto all'effettuazione della media pesata dei valori dei moduli elastici  $E$  in riferimento ai pesi costituiti dagli spessori degli strati B1 e B2:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>72</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Tabella 27 Output stima analitica deformazioni a forze verticali (cedimenti)

TIPO DI PALO	D [mm]	L <sub>u</sub> [m]	E [MPa]	N(G) [mm]	N(Q) [mm]	N(G+Q) [mm]
<b>Pali LM (via di corsa esterna)</b>	1.200	30,60	23	3,1	0,5	3,6
<b>Pali LT (via di corsa interna)</b>	1.200	29,30	23	3,8	2,0	5,8

Per quanto riguarda, invece, gli output ottenuti dal modello FEM (derivati, per come già chiarito, dalla schematizzazione del terreno a mezzo dei coefficienti k di Winkler di cui al paragrafo 10.4), nel rimandare al modello medesimo per ogni ulteriore dettaglio qui se ne riassumono i valori significativi (massimi nell'ambito del singolo modulo di fondazione):

Tabella 28 Output verifiche deformazioni verticali da modello FEM (cedimenti)

TIPO DI PALO	max_assoluto [mm]	max_differenz. [mm]
<b>Pali LM (via di corsa esterna)</b>	3,5	1,5
<b>Pali LT (via di corsa interna)</b>	2,7	0,9

Come si evince immediatamente dal confronto, le stime dei cedimenti ottenuti a mezzo della soluzione analitica e del modello FEM restituiscono valori del tutto comparabili. Inoltre, l'esame dei valori dei cedimenti differenziali ottenuto dal modello FEM consente anche di concludere che le distorsioni massime ottenute (cedimenti differenziali), appaiono di entità tale da risultare del tutto compatibili con l'esercizio delle nuove gru di banchina in base alle tolleranze prescritte dal fornitore delle gru medesime.

## 10. DIMENSIONAMENTO DEI PALI A FORZE ORIZZONTALI

### 10.1 Premessa

Qui di seguito viene rimessa la parte teorica afferente alle verifiche progettuali, ai sensi del D.M. 14/01/2008 (di seguito semplicemente NTC 2008), dei pali di fondazione a forze orizzontali (rottura ed esercizio).

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>73</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

Prevedendo il progetto un collegamento a mezzo di travi in cls armato (due per ciascun modulo di nuova banchina da 46,6 m x 10,10 m) fra i plinti di sormonto dei pali lato mare e lato terra, è possibile ipotizzare, per come chiarito nell'ambito della relazione strutturale, che i carichi orizzontali indotti dai respingenti all'accosto della nave (2 per ogni modulo) e/o i tiri delle bitte d'ancoraggio (2 per ogni modulo) risultino trasferiti, in particolare per la loro componente principale che si esplica l'ungo l'asse trasversale alla banchina, ai pali lato terra con particolare aggravio della coppia posta a tergo delle travi in cls armato (il modello FEM conferma tale risultato). Stesso dicasi, evidentemente, per le componenti trasversali alla banchina delle forze orizzontali temporanee, ingenerate dal vento/sisma agente sulla struttura della gru, che la gru stessa trasferisce alla banchina attraverso il vincolo di appoggio costituito dai pattini.

In tal senso, pertanto, ed in riferimento ai pali di grande diametro previsti in progetto ( $\Phi = 1.200$  mm), verranno condotte le necessarie verifiche geotecniche con i metodi semiprobabilistici allo stato limite ultimo e di esercizio di cui alle NTC 2008, verificando il comportamento a forze orizzontali sia in termini di resistenza sia in termini di deformabilità per il singolo palo più sollecitato sia fra quelli posti a tergo delle travi di ripartizione sia fra quelli contigui a dette travi e ad esse non direttamente solidali.

Per facilità e snellezza di comprensione le risultanze del calcolo verranno esposte in dedicato paragrafo (oltre che nella sezione allegati), altro rispetto al presente rivolto alla esplicazione delle modalità di effettuazione del calcolo stesso, comprensivo degli opportuni richiami alla parte teorica di riferimento.

## **10.2 Carico limite alle azioni orizzontali**

In presenza di forze orizzontali sul palo, come nel caso di specie (inerzia mobilità gru, sisma, vento, tiro della bitta e accosto delle barche sui respingenti), è necessario procedere al dimensionamento del medesimo a carico limite sotto queste azioni.

La complessità del problema nel suo insieme è tale da risultare senz'altro inquadrabile quale problema tridimensionale, essendo così definibile lo stato tenso-deformativo del complesso palo-terreno sotto azioni orizzontali. Per poter addivenire ad una soluzione analitica, pertanto, è necessario procedere introducendo alcune ipotesi semplificative (teoria di Broms, 1964):

- il terreno è omogeneo;
- il comportamento dell'interfaccia palo-terreno è di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluyente e l'interazione palo-terreno è determinabile solo dalla dimensione caratteristica  $D$  della sezione del palo misurata normalmente alla direzione del

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>74</b>	<b>266</b>

movimento (nel caso di pali circolari, quali quelli in argomento, il diametro  $D$  del palo stesso);

- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico: ne discende che sono considerate trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

In particolare l'ultima delle ipotesi appena elencate comporta che il palo abbia solo moti rigidi fino al punto in cui si determina la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione procede indefinitamente con momento costante.

In ragione del fatto che i pali sono vincolati in testa dal plinto di solidarizzazione, vale a dire da una struttura che ne limita totalmente o parzialmente le rotazioni, la condizione di lavoro attesa per i pali sotto carichi orizzontali è proprio quella di pali con testa impedita di ruotare.

In riferimento alle condizioni non drenate, il diagramma di distribuzione della resistenza "p" offerta dal terreno lungo il fusto del palo, ottenuto su basi teoriche e sperimentali (Broms, 1964), è quella rimessa alla figura che segue:

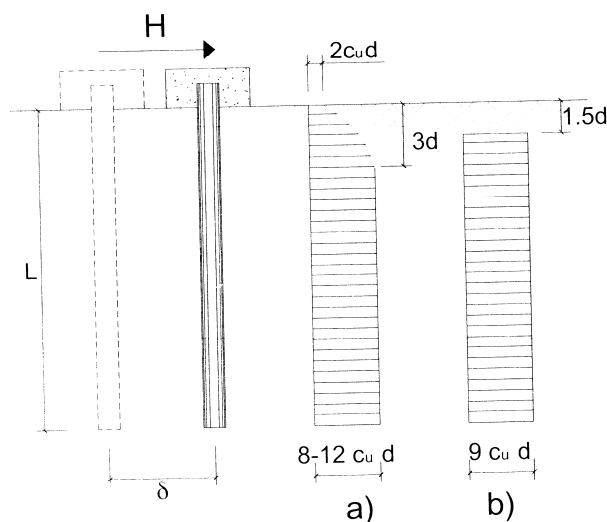



Figura 6 Diagramma semplificato distribuzione resistenza terreno coesivo ad azione  $H$  (Broms, 1964)

Come è possibile evincere dalla figura stessa, l'interpretazione semplificata del diagramma porta ad una schematizzazione con reazione nulla fino ad una profondità pari a  $1,5 d$  e successivamente costante con valore pari a  $9 \cdot c_u \cdot d$ .

I possibili meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione ed anche, evidentemente ed infine, dalla resistenza che il terreno è in grado di esercitare.



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>75</b>	<b>266</b>

I meccanismi di rottura potenzialmente occorrenti sono quelli rimessi alla figura che segue:

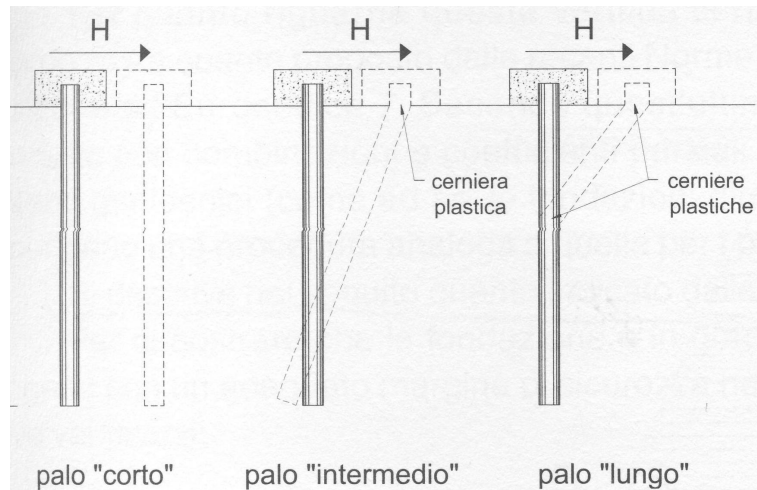


Figura 7 Meccanismi di rottura del complesso palo-terreno

Si tratta, in sintesi, di tre cinematismi differenti:

- meccanismo "a palo corto": in nessuna sezione del palo viene raggiunto il momento di plasticizzazione  $M_y$  (assenza di cerniere plastiche);
- meccanismo "a palo intermedio": il momento di plasticizzazione viene raggiunto solo in corrispondenza dell'attacco palo-plinto (una cerniera plastica);
- meccanismo "a palo lungo": il momento di plasticizzazione viene raggiunto, oltre che in corrispondenza dell'attacco palo-plinto, anche in una ulteriore sezione lungo il fusto del palo (formazione di due cerniere plastiche).

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale  $H$  corrispondente ai tre meccanismi di rottura, funzione delle caratteristiche del terreno ( $c_u$ ), delle caratteristiche geometriche del palo ( $L$  e  $d$ ) oltre che del momento di plasticizzazione  $M_y$ :

$$palo\_corto: \longrightarrow H = 9 \cdot c_u \cdot d^2 \cdot \left( \frac{L}{d} - 1,5 \right) \quad [17]$$

$$palo\_intermedio: \longrightarrow H = -9 \cdot c_u \cdot d^2 \cdot \left( \frac{L}{d} + 1,5 \right) + 9 \cdot c_u \cdot d^2 \cdot \sqrt{2 \cdot \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4}{9} \cdot \frac{M_y}{c_u \cdot d^3} + 4,5} \quad [18]$$

$$palo\_lungo: \longrightarrow H = -13,5 \cdot c_u \cdot d^2 + c_u \cdot d^2 \cdot \sqrt{182,25 + 36 \cdot \frac{M_y}{c_u \cdot d^3}} \quad [19]$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>76</b>	<b>266</b>

Sarà evidentemente il più basso dei tre valori a rappresentare il carico limite di riferimento cercato.

In maniera similare, per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità, secondo la legge

$$p = 3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot z \cdot d \quad [19_a]$$

dove è:

$k_p$  = coefficiente di spinta passiva;

$z$  = profondità dal piano campagna;

$\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno che, nel caso di terreno in falda, coincide con il  $\gamma'$ .

La figura che segue schematizza l'andamento triangolare della "p" espresso dalla 19\_a:

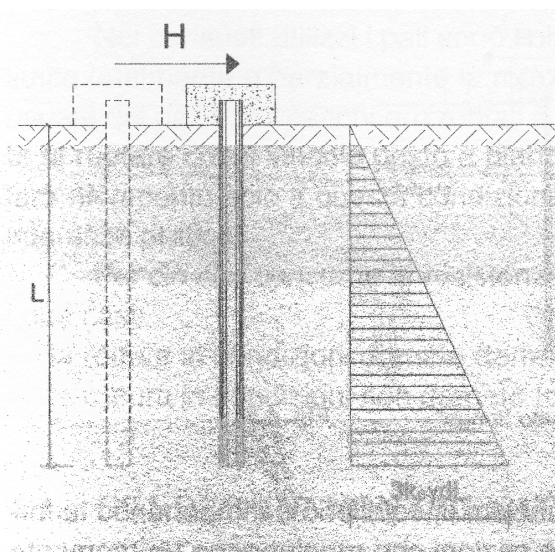


Figura 8 Diagramma semplificato distribuzione resistenza terreno granulare ad azione H (Broms, 1964)

La giustificazione del fattore 3 che determina, di fatto, un valore della resistenza del terreno triplicato rispetto alla resistenza passiva ed apparentemente privo di significato fisico, trova risposta nel fatto che il fenomeno di rottura si esplica nello spazio tridimensionale comprendendo, pertanto, anche le tensioni tangenziali che si sviluppano sulle superfici laterali del palo.

I meccanismi di rottura possibili sono i medesimi già precedentemente elencati (cfr. figura 2) che, per terreni a comportamento attritivo, diventano i seguenti:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>77</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

$$palo\_corto : \longrightarrow H = 1,5 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^2 \quad [17']$$

$$palo\_intermedio : \longrightarrow H = \frac{1}{2} \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad [18']$$

$$palo\_lungo : \longrightarrow H = k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \sqrt{\left(3,676 \cdot \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot d^4}\right)^2} \quad [19']$$

Il coefficiente di spinta passiva  $k_p$  è valutato, in riferimento all'angolo di resistenza al taglio  $\varphi'$ , attraverso l'espressione di Rankine:

$$k_p = \frac{1 + \text{sen}\varphi'}{1 - \text{sen}\varphi'} \quad [19\_b]$$

### 10.3 Coefficiente di sicurezza e stato limite ultimo

Il D.M. 11 marzo 1988 non tratta in maniera esaustiva ed esplicita i pali soggetti a forze orizzontali, pur essendo prassi consolidata e consuetudine professionale operare in maniera analoga rispetto ai pali soggetti alle forze verticali definendo, quale coefficiente di sicurezza globale  $F_s$ , il rapporto fra il valore medio stimato della capacità portante limite del palo ( $R_{cm}=Q_{lim}$ ) ed il valore caratteristico del carico applicato al palo  $F_{ck}$ , con valori che è prassi dover risultare compresi fra  $2,5 < F_s < 3$ . Oggi, le normative più recenti tendono, per contro, ad introdurre metodi di calcolo basati su verifiche agli stati limite per l'analisi delle strutture.

In diretto riferimento a quanto previsto dalle vigenti NTC 2008, per comprovare che la fondazione è in grado di sopportare il carico di progetto con un adeguato margine di sicurezza nei confronti dello stato limite deve verificarsi la seguente condizione:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d} \quad [20]$$

dove è:

- $F_{tr,d}$  = carico trasversale di progetto,
- $R_{tr,d}$  = capacità portante di progetto allo stato limite ultimo della palificata per carichi trasversali.

Detta condizione, tradotta in termini di coefficiente di sicurezza di cui all'espressione [20], si traspone nel verificare detto coefficiente risultare maggiore ovvero eguale all'unità.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>78</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Le verifiche devono essere effettuate con almeno uno dei seguenti due approcci:

– Approccio 1:

- Combinazione 1: A1+M1+R1,
- Combinazione 2: A2+M1+R2<sup>9</sup>;

– Approccio 2: A1+M1+R3

ove il segno “+” deve intendersi non nel senso algebrico del termine bensì nel senso di “combinato con”.

Nel caso in cui si opti per l’approccio 1 le verifiche devono essere eseguite con entrambe le combinazioni di fattori: in merito si ricorda che, ai fini geotecnici, la combinazione 2 è spesso la più significativa. Nel caso specifico si procederà all’esecuzione delle verifiche secondo entrambi gli approcci, a favore di sicurezza ed a riscontro della variabilità dei risultati ottenuti, senz’altro d’utilità al fine di tarare la significatività del dimensionamento. Si procederà, inoltre, anche allo svolgimento della verifica in condizioni sismiche.

La normativa definisce tre serie di coefficienti parziali:

- A= coefficienti da applicare alle azioni (permanenti, variabili e sismiche);
- M= coefficienti parziali riduttivi delle resistenze dei materiali (angolo di attrito, coesione, resistenza al taglio non drenata);
- R= coefficienti parziali da applicare alla resistenza trasversale.

Nel ricordare che nel caso di fondazioni su pali i parametri geotecnici del terreno non vanno fattorizzati (assenza coefficienti M1), qui di seguito si restituisce il dettaglio per i coefficienti A ed R.

---

<sup>9</sup> Cfr. nota 1.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>79</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## Coefficienti A (azioni)

Tabella 29 Coefficienti da applicare alle azioni (permanenti, variabili, sismiche)

<i>CARICHI</i>	<i>EFFETTO</i>	<i>COEFFICIENTE PARZIALE <math>\gamma_F</math></i>	<i>EQU</i>	<i>A1 STR</i>	<i>A2 GEO</i>
Permanenti strutturali $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali $G_2$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

I carichi permanenti portati  $G_2$  sono, peraltro, assimilati a quelli strutturali  $G_1$  se completamente definiti ed a quelli variabili Q in caso contrario (il gruppo EQU non è significativo per i pali).

L'azione di progetto applicata alla fondazione può esprimersi come:

$$F_{lr,d} = \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_Q \cdot Q \quad [21]$$

In condizioni di sisma agente (verifiche sismiche) i coefficienti delle azioni devono essere posti pari all'unità ( $\gamma_F$ ).

## Coefficienti R (resistenze laterali e di base)

Si ha:

Tabella 30 Coefficienti parziali da applicare alla resistenza trasversale

<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>
$\gamma_{T=1,0}$	$\gamma_{T=1,6}$	$\gamma_{T=1,3}$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>80</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Il valore della resistenza di progetto della capacità portante allo stato limite ultimo della palificata per carichi trasversali  $R_{tr,d}$  è ricavato da quello caratteristico a mezzo della seguente espressione:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T \quad [22]$$

dove il significato dei termini corrisponde a quanto già in precedenza chiarito.

In particolare, il valore caratteristico deve essere a sua volta determinato come:

$$R_{tr,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{tr,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{tr,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad [23]$$

dove i fattori  $\xi_3$  e  $\xi_4$  dipendono dal numero delle verticali indagate  $n$ , secondo la logica riportata nella tabella che segue:

Tabella 31 Coefficienti  $\xi$  in funzione delle verticali indagate

n	1	2	3	4	5	7	≥10
3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Con questo metodo il calcolo di ciascun palo deve, in buona sostanza, essere ripetuto due volte per i due insiemi di parametri di resistenza del terreno: quelli medi e quelli minimi.

Dal punto di vista operativo, pertanto, una volta scelto l'insieme dei coefficienti parziali da utilizzare si procede magnificando i carichi mediante l'insieme dei coefficienti A per ottenere il carico di progetto  $F_{tr,d}$ . Successivamente si procede al calcolo della resistenza limite del palo con parametri medi e minimi e, da questi, al calcolo del valore caratteristico mediante la formula [23] per poi, da ultimo, calcolare la resistenza di progetto  $R_{tr,d}$  proprio attraverso l'espressione [22].

Appare evidente la logica che, in un siffatto approccio probabilistico, premia i casi in cui si dispone di un maggiore numero di verticali indagate. In tal senso la ratio è quella di andare a favorire le buone campagne di indagine in quanto, in proporzione diretta alla loro numerosità, si riduce anche l'incertezza nella conoscenza sia dello schema stratigrafico di riferimento sia dei parametri medi di resistenza dei terreni (maggiore dettaglio nella definizione di tale dato). Ne discende che l'investimento in una consistente e mirata campagna di indagini geotecniche può limitare gli effetti dell'aumento dei coefficienti parziali che, a loro volta, si tradurrebbero in un

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>81</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

aumento dei costi di realizzazione: in tal senso è possibile, in termini complessivi, ottenere un bilancio costi-benefici positivo nel suo complesso.

## 10.4 Condizioni di esercizio

La definizione dello stato di esercizio di pali soggetti a forze orizzontali si traduce nell'analisi e calcolo dello stato di deformazione, oltre che del livello di sollecitazione, lungo il fusto del palo soggetto a forze orizzontali in testa.

E' possibile muovere l'analisi schematizzando il terreno alla Winkler; pertanto, detta  $z$  la profondità dal piano campagna e  $y(z)$  lo spostamento subito dal palo, si assume la reazione orizzontale  $p$  esercitata sul palo medesimo proporzionale allo spostamento  $y$  secondo la seguente espressione:

$$p = K_h \cdot y \quad [24]$$

dove  $K_h$  è il modulo di reazione orizzontale del terreno (in sostanza rappresenta la pressione esercitata dal terreno per l'ottenimento di uno spostamento unitario; dimensionalmente  $[F/L^3]$ ). Esso non è esclusivamente una caratteristica del terreno ma dipende anche dalla geometria, oltre che dalla flessibilità, della fondazione e, conseguentemente, dall'interazione terreno-struttura. Detto parametro è in generale funzione della profondità anche laddove la natura del terreno risulti costante; le leggi di variazione possono essere del tipo lineare, esponenziale o parabolico, potendo risultare altresì influenzate dal tipo di sollecitazioni agenti (permanenti o transitorie), poiché il fattore tempo modifica la legge di proporzionalità, soprattutto nei terreni di natura argillosa.

Per esigenze di schematizzazione di calcolo si fa spesso riferimento ad un modulo  $K_h$  costante con la profondità, ipotesi questa che rende possibile la soluzione analitica generale del problema pervenendo a formule tutto sommato anche semplici. Se da un lato detta semplificazione può apparire un discostarsi dalla complessità del fenomeno reale, è altresì vero che essa possa essere senz'altro giudicata accettabile in considerazione delle numerose indeterminazioni che caratterizzano la problematica in questione. In queste ipotesi l'equazione differenziale della linea elastica assume la forma:

$$y^{IV}(z) + \frac{K_h \cdot D}{E \cdot J_p} \cdot y(z) = 0 \quad [25]$$

In riferimento alla lunghezza caratteristica del palo  $\lambda$ , che ha la seguente espressione:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E \cdot J_p}{K_h \cdot D}} \quad [26]$$



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>82</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

l'equazione differenziale [25] può essere scritta come:

$$y^{IV}(z) + \frac{4}{\lambda^4} \cdot y(z) = 0 \quad [27]$$

Detta espressione rappresenta un'equazione differenziale lineare, omogenea, a coefficienti costanti, di cui è noto l'integrale generale e le soluzioni particolari, una volta fissate quattro condizioni al contorno.

Una volta ottenuta la funzione  $y(z)$ , le altre grandezze possono essere ottenute con le espressioni che qui di seguito si rimettono a cascata:

$$\text{Reazione}_{\_del\_terreno} \longrightarrow p(z) = K_h \cdot y(z) \quad [28]$$

$$\text{Rotazione} \longrightarrow \alpha(z) = \frac{dy}{dz} \quad [29]$$

$$\text{Momento}_{\_flettente} \longrightarrow M(z) = E \cdot J_p \cdot \frac{d^2 \cdot y^2}{dz^2} \quad [30]$$


$$\text{Taglio} \longrightarrow T(z) = E \cdot J_p \cdot \frac{d^3 \cdot y}{dz^3} \quad [31]$$

Le curve ottenute dall'integrazione della linea elastica sono del tipo sinusoidali smorzate. Dall'analisi dei diagrammi afferenti agli spostamenti ed alle sollecitazioni si può osservare che a distanze pari ad un paio di volte  $\lambda$  dalla testa dei pali, gli effetti in termini di deformazione e sollecitazione possono ritenersi trascurabili.

I pali di fondazione sono, nelle comuni applicazioni pratiche, strutture di elevata deformabilità e quindi possono essere considerati "infinitamente lunghi". Inoltre i pali sono collegati in testa da plinti, vale a dire da strutture sufficientemente rigide da poter considerare impedita la rotazione in testa. In riferimento a tali condizioni al contorno è possibile ottenere la soluzione analitica in forma chiusa dall'equazione della linea elastica. Pertanto, considerando un palo a cui è applicata in testa una forza orizzontale  $H$  si ottengono le seguenti espressioni:

$$\text{Spostamento}_{\_orizzontale} \longrightarrow y(z) = \frac{H}{D \cdot K_h \cdot \lambda} \cdot e^{-z/\lambda} \cdot \left( \cos \frac{z}{\lambda} + \text{sen} \frac{z}{\lambda} \right) \quad [32]$$

$$\text{Rotazione} \longrightarrow \alpha(z) = \frac{2H}{D \cdot K_h \cdot \lambda^2} \cdot e^{-z/\lambda} \cdot \text{sen} \frac{z}{\lambda} \quad [33]$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>83</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

$$\text{Momento}_\text{flettente} \longrightarrow M(z) = \frac{H \cdot \lambda}{2} \cdot e^{-z/\lambda} \cdot \left( \cos \frac{z}{\lambda} + \text{sen} \frac{z}{\lambda} \right) \quad [34]$$

$$\text{Taglio} \longrightarrow T(z) = H \cdot e^{-z/\lambda} \cdot \cos \frac{z}{\lambda} \quad [35]$$

Relativamente alla determinazione del coefficiente di sottofondo  $k_s$  di Winkler si fa riferimento alla teoria di Bowles (1974). Nella fattispecie il coefficiente di sottofondo nella regione di pressione passiva può essere stimato mediante la seguente espressione:

$$k_s = A_s + B_s \cdot Z^n$$

dove:

$A_s$  è una costante;

$B_s$  è un coefficiente di profondità;

$Z$  è la profondità del piano fondazione;

$n$  è un coefficiente empirico.

La formula appena illustrata può essere impiegata insieme alle formule utilizzate per il calcolo della capacità portante ponendo la costante  $A_s$  ed il coefficiente  $B_s$  tramite le seguenti relazioni:

$$A_s = F_{w1} \cdot C_m \cdot C \cdot \left( c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot D_{\text{palo}} \right) \quad ; \quad B_s \cdot Z^n = F_{w2} \cdot C_m \cdot C \cdot \left( \gamma \cdot N_q \cdot Z^{1/2} \right)$$

dove a sua volta:

$F_{w1}$  è un coefficiente di forma per i termini di  $N_c$  e  $N_\gamma$ , che per fondazioni circolari (alle quali si possono assimilare i pali in progetto) risulta valere 1,30;

$F_{w2}$  è un coefficiente di forma per il termine di  $N_q$ , che risulta valere 2,00;

$C_m$  è un coefficiente che porta in conto il contributo ai lati del palo per  $D_{\text{palo}} \geq 1,2$  m;

$C$  è un coefficiente che dipende dal cedimento atteso e che in genere si associa ad un cedimento massimo pari a 2,54 cm, assumendo cautelativamente il valore 40;

$c$  rappresenta la coesione efficace  $c'$  nel caso di terreni incoerenti (tensioni efficaci) o la coesione non crenata  $c_u$  nel caso di terreni coesivi (tensioni totali);

$N_c$ ,  $N_q$  ed  $N_\gamma$  sono i fattori di capacità portante che si determinano secondo le espressioni di seguito riportate:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot g\phi' \quad (\text{per terreni incoerenti}); \quad N_c = 5,14 \quad (\text{per terreni coesivi});$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>84</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

$$N_q = tg^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg \varphi'} \quad (\text{per terreni incoerenti}); \quad N_q = 1 \quad (\text{per terreni coesivi});$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg \varphi' \quad (\text{per terreni incoerenti}); \quad N_\gamma = 0 \quad (\text{per terreni coesivi});$$

$\gamma$  rappresenta il peso dell'unità di volume  $\gamma'$  nel caso di terreni incoerenti sotto falda (tensioni efficaci) o il peso dell'unità di volume naturale  $\gamma_{nat}$  nel caso di terreni coesivi (tensioni totali) o di terreni incoerenti sopra falda;

$D_{palo}$  è il diametro del palo che nel caso in oggetto risulta valere 1,2 m;

Z è la profondità del piano di fondazione.

Il coefficiente di sottofondo  $k_s$  così determinato, per immediatezza d'interpretazione ed anche per distinguerlo da quello verticale, assume la denominazione di coefficiente orizzontale di Winkler  $k_h$ . Per stimare il coefficiente verticale di Winkler  $k_v$  si impiega un coefficiente moltiplicativo  $\mu$  che nella fattispecie si assume valere 1,5, secondo l'espressione:

$$k_v = \mu \cdot k_h$$

Nel rimandare alla visione dell'Allegato 14 per i dettagli delle calcolazioni svolte, qui di seguito si riassumono sinteticamente i risultati ottenuti in termini dei coefficienti  $k_h$  e  $k_v$ , determinati sia con riferimento ai parametri geotecnici medi dei litotipi interessati dal progetto, sia minimi.

Tabella 32 Valori stimati dei coefficienti di Winkler orizzontale e verticale (sintesi tra lato mare e lato terra)

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
<b>LITOTIPO C</b> Riempimento corpo banchina con materiale incoerente	<b>Coefficiente Winkler verticale</b>	$k_v$	130,0	<b>75,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>
	<b>Coefficiente Winkler orizzontale</b>	$k_h$	85,0	<b>50,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>
<b>LITOTIPO A</b> Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)	<b>Coefficiente Winkler verticale</b>	$k_v$	45,0	<b>40,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>
	<b>Coefficiente Winkler orizzontale</b>	$k_h$	30,0	<b>25,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>
<b>LITOTIPO B1</b>	<b>Coefficiente Winkler verticale</b>	$k_v$	135,0	<b>90,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina Page <b>85</b>	Di of <b>266</b>

Litotipo	Parametri geotecnici		Valori medi	Valori minimi	Valori massimi	Unità di misura
Argille plioceniche di base superficiali (allentate)	<b>Coefficiente Winkler orizzontale</b>	$k_h$	90,0	<b>60,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>
<b>LITOTIPO B2</b> Argille plioceniche di base profonde (consistenti)	<b>Coefficiente Winkler verticale</b>	$k_v$	180,0	<b>135,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>
	<b>Coefficiente Winkler orizzontale</b>	$k_h$	120,0	<b>90,0</b>	-	N/cm <sup>3</sup>

In considerazione della delicatezza del parametro e soprattutto della sua dipendenza non solo dalle caratteristiche del terreno bensì anche dall'interazione terreno-struttura di fondazione, si ritiene più corretto fare riferimento, quali  $k$  di winkler caratteristici ai sensi delle NTC2008, a quelli della colonna dei minimi (evidenziati in grassetto).

Se da un lato i risultati ottenibili dalle formule suddette appaiono comunque dispersi nell'ambito di un intervallo decisamente ampio si rileva, altresì, che la lunghezza  $\lambda$  è, per quanto visto (cfr. espressione [26]), funzione della radice quarta del modulo stesso. Ne discende che l'indeterminatezza nella definizione del  $K_h$  si risente in maniera limitata nel calcolo delle caratteristiche di sollecitazione del palo, pur ripercuotendosi più decisamente nella valutazione sia degli spostamenti sia delle pressioni laterali nel terreno.

In sintesi conclusiva, nell'ambito delle verifiche svolte in questa sede, si procederà al calcolo delle caratteristiche di sollecitazione (taglio T e momento M) ed anche delle rotazioni del palo ( $\alpha$ ) e degli spostamenti del palo medesimo ( $y$ ), tutti in funzione della profondità dal piano campagna ( $z$ ). La restituzione degli output sarà resa in termini tabellari con scansione, lungo la profondità  $z$ , a passo pari ad 1/50 della lunghezza L del palo.

Il completamento del calcolo implica l'introduzione dei seguenti dati di input:

- L= lunghezza del palo [m],
- D= diametro del palo [m],
- $K_h$ = coefficiente di reazione laterale [N/cm<sup>3</sup>],
- H= forza orizzontale agente [kN],
- $F_{ck}$ = resistenza cilindrica del calcestruzzo [kPa].

Altresì è necessaria la preventiva definizione del momento di plasticizzazione della sezione del palo in funzione delle caratteristiche del materiale costituente (tipo di cls) e della tipologia e disposizione delle armature. In merito si procederà al calcolo adottando un modulo elastico E del

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>86</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

$E_{cls}$  (espresso in N/mm<sup>2</sup>) determinato a partire dalla resistenza caratteristica secondo l'espressione suggerita dalle NTC 2008:

$$E_{cls} = 22.000 \cdot (f_{cm} / 10)^{0.3} \quad [39]$$

dove il termine  $f_{cm}$  rappresenta la resistenza cilindrica media, espressa in kPa, posta pari a:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad [40]$$

## 10.5 Esito delle verifiche svolte a forze orizzontali

### 10.5.1 Carichi e schemi geotecnici di riferimento

In riferimento all'analisi dei carichi di cui alla relazione strutturale si riassumono, nella tabella che segue, i valori dei carichi orizzontali di riferimento, suddivisi nelle loro componenti permanenti (G) ed accidentali (Q), in base ai quali operare il dimensionamento a forze orizzontali secondo le combinazioni previste ai sensi delle NTC2008.

Il dimensionamento a forze orizzontali è stato eseguito sul palo più sollecitato ed in riferimento allo schema stratigrafico maggiormente cautelativo (cfr. paragrafo 8 e relativi sottoparagrafi ed ALLEGATO 7 e ALLEGATO 8); in merito va ricordato che in ogni caso il fenomeno si esplica entro una profondità dalla testa palo pari a circa 5÷6 volte il diametro e quindi sempre e comunque all'interno del litotipo C nell'ambito dei 1.200 m di intervento.

Per la stima delle condizioni di esercizio, vale a dire degli spostamenti laterali del palo e relativo stato tensionale lungo il fusto, sono state considerate le forze orizzontali massime trasmissibili ai pali al di sotto delle vie di corsa sia lato terra sia lato mare. Quali assi di riferimento per la loro determinazione si è fatto riferimento a:

- $T_B$ = sforzo di taglio agente trasversalmente alla banchina (asse trasversale, coincidente con il lato corto B del modulo della nuova banchina a mare);
- $T_L$ = sforzo di taglio agente longitudinalmente alla banchina (asse longitudinale, coincidente con il lato lungo L del modulo della nuova banchina a mare).

La somma vettoriale delle due componenti di taglio ed il modulo in tal senso derivante costituisce, secondo la ripartizione fra i singoli pali dei moduli lato terra e lato mare restituita dall'output del modello FEM, lo sforzo di taglio massimo sul palo più sollecitato lato terra e lato mare:

$$T = \sqrt{T_B^2 + T_L^2} \quad [41]$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	Di <i>of</i>
		<b>87</b>	<b>266</b>

In merito si osserva che, in ragione dell'avvenuto collegamento dei due moduli di fondazione attraverso le più volte citate travi orizzontali di solidarizzazione (2 per ogni modulo), le forze di tiro delle bitte e di smorzamento dei respingenti (entrambi in numero di 2 per modulo lato mare, per un totale di  $2+2=4$ ) vengono di fatto trasferite (cfr. relazione strutturale e modello FEM) dall'impalcato a mare a quello lato terra, di fatto scaricando quasi del tutto il primo (i cui pali sottostanti risultano sollecitati da forze di taglio trascurabili e assorbite dalla struttura). Al lato terra (binario interno), inoltre, secondo le indicazioni restituite dallo stesso modello FEM, la ripartizione del tiro/spinta della singola trave di collegamento va a sollecitare maggiormente i pali posti immediatamente a tergo della trave medesima. Ciò determina, evidentemente, la necessità di una verifica distinta per i pali lato terra posti dietro la trave di ripartizione ed in collegamento diretto con essa ( $LT_{diestro\_trave}$ ) rispetto agli adiacenti ( $LT_{no\_trave}$ ).

Le verifiche suddette portano anche ad una differente armatura necessaria per le due tipologie di pali ( $LT_{diestro\_trave}$  ed  $LT_{no\_trave}$ ) necessaria, questa ultima, a garantire il momento di plasticizzazione minimo funzionale al soddisfacimento delle verifiche a rottura del palo più sollecitato a tiro orizzontale, per l'appunto.

Nell'ambito della relazione strutturale (modello FEM) vengono descritte le modalità attraverso le quali sono stati ottenuti i valori delle forze orizzontali sollecitanti i singoli pali, nelle loro componenti permanente (G) ed accidentale (Q), al variare della posizione delle gru lungo i binari e considerando:

- le possibili differenti condizioni di vento agente a 20 m/s ovvero a 42 m/s unitamente a quelle di operatività della gru (stallo/esercizio) e per le differenti possibili posizioni del braccio (condizioni BD e BS);
- le forze d'inerzia indotte dall'occorrere del sisma (metodo pseudostatico).

Nelle tabelle di sintesi che seguono vengono riassunte le sole combinazioni d'interesse in quanto maggiormente onerose e, pertanto, definenti il dimensionamento dei pali a forze orizzontali (si riportano anche i carichi globali a livello di moduli di fondazione di cui al modello FEM):

Tabella 33 Carichi orizzontali massimi permanenti e variabili (condizioni BD e BS) al netto dell'azione sismica (su singolo palo e su modulo di fondazione più caricato)

LINEA DI CORSA CONSIDERATA (condizioni BD e BS)	$T_{(G)}$ [kN]	$T_{(Q)}$ [kN]
<b>Palo <math>LT_{diestro\_trave}</math></b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	99	693
<b>Palo <math>LT_{no\_trave}</math></b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	98	314
	110	298
<b>Palo <math>LM\_M</math></b> (via di corsa esterna fila lato mare)	12	75

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>88</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

<b>Palo LM_T</b> (via di corsa esterna fila lato terra)	10	73
<b>Modulo fondazione lato terra</b>	-	1.866
<b>Modulo fondazione lato mare</b>	-	1.969
NB: i carichi a livello di modulo globale di fondazione funzionali al calcolo degli spostamenti d'insieme sono già quelli massimi estrapolati dalle differenti condizioni di carico esplorate in sede di relazione strutturale (output del modello FEM)		

Tabella 34 Carichi orizzontali massimi indotti dal sisma (su singolo palo)

LINEA DI CORSA CONSIDERATA (condizioni EQ)	$T_{(Q)}$ [kN]
<b>Palo LT_dietro_trave</b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	1.214
<b>Palo LT_no_trave</b> (via di corsa interna dietro trave orizzontale di ripartizione)	1.013
<b>Palo LM_M</b> (via di corsa esterna fila lato mare)	246
<b>Palo LM_T</b> (via di corsa esterna fila lato terra)	242

Tabella 35 Carichi orizzontali massimi indotti dal sisma (su moduli fondazione)

LINEA DI CORSA CONSIDERATA (condizioni EQ)	$T_{(Q)}$ [kN]
<b>Modulo fondazione lato terra</b>	3.810
<b>Modulo fondazione lato mare</b>	5.498

I valori assunti per i parametri fisico-meccanici sono quelli caratteristici di cui al paragrafo 8.6 efficacemente riassunti nella Tabella 14.

### 10.5.2 Ipotesi di calcolo

Per come risulterà chiaro dalla diretta consultazione degli output di calcolo, l'interazione significativa palo-terreno a forze orizzontali dei pali lato terra si esplica nei primi metri di terreno a partire dalla testa del palo, quindi comunque sempre all'interno del litotipo C dello schema geotecnico di calcolo (usualmente nell'ambito di un approfondimento pari a 5÷6 volte il diametro



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>		
		<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>89</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

del palo). Per il lato terra, l'unico significativo ai fini delle verifiche geotecniche a forze orizzontali per quanto già chiarito in precedenza (la struttura dei pali a mare assorbe direttamente gli esigui sforzi di taglio senza trasferire nulla di significativo al terreno sottostante), lo schema da considerare per le verifiche a rottura ed a deformazione è del tipo monostrato con i parametri pari a quelli caratteristici relativi al litotipo C.

### 10.5.3 Output di calcolo resistenza

Per lo schema geotecnico più gravoso sono state operate in ogni caso sia le verifiche di cui all'approccio 1 sia quelle di cui all'approccio 2 (cfr. paragrafo 9.3); nell'ambito dell'approccio 1 sono state elaborate entrambe le combinazioni di carico possibili. Si è anche proceduto all'espletamento delle verifiche in condizioni sismiche (metodo pseudostatico; cfr. relazione strutturale).

Qui di seguito, pertanto, vengono tabellati i risultati di sintesi di tutte le combinazioni di verifica esplorate ferma restando la circostanza per la quale, nell'apposito allegato di calcolo, verrà rimessa la sola verifica che restituisce il coefficiente di verifica [7] più basso, vale a dire quello definente il dimensionamento ultimo dei pali.

Tabella 36 Output verifiche pali a forze orizzontali (resistenza) – Pali rotaia lato terra dietro trave

<i>Palo + sollecitato rotaia lato terra - dietro trave</i>											
Caso	Metodo di calcolo	Verifica più gravosa	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	G (ORIZZ) [kN]	Q (ORIZZ) [kN]	M <sub>plasticizz</sub> [kN m]	Meccanismo dominante	H <sub>d</sub> [kN]	F <sub>d</sub> [mm]	FS
1	Palo + sollecitato	A1+M1+R1	1,2	46,0	99,00	693,00	5.227,20	palo lungo	1.678,57	1.168,20	1,44
2		A2+M1+R2	1,2	46,0				palo lungo	1.049,11	999,90	1,05
3		A1+M1+R3	1,2	46,0				palo lungo	1.291,21	1.168,20	1,10
4		SISMA	1,2	46,0	0,00	1.214,00	palo lungo	1.291,21	1.214,00	1,06	

Tabella 37 Output verifiche pali a forze orizzontali (resistenza) – Pali rotaia lato terra no trave

<i>Palo + sollecitato rotaia lato terra - no trave - COMBINAZIONE A</i>											
Caso	Metodo di calcolo	Verifica più gravosa	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	G (ORIZZ) [kN]	Q (ORIZZ) [kN]	M <sub>plasticizz</sub> [kN m]	Meccanismo dominante	H <sub>d</sub> [kN]	F <sub>d</sub> [mm]	FS
1	Palo + sollecitato	A1+M1+R1	1,2	46,0	98,00	314,00	3.804,16	palo lungo	1.358,11	598,40	2,27
2		A2+M1+R2	1,2	46,0				palo lungo	848,82	506,20	1,68
3		A1+M1+R3	1,2	46,0				palo lungo	1.044,70	598,40	1,75
4		SISMA	1,2	46,0	0,00	1.013,00	palo lungo	1.044,70	1.013,00	1,03	

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>		
		<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>90</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

<i>Palo + sollecitato rotaia lato terra - no trave - COMBINAZIONE B</i>											
Caso	Metodo di calcolo	Verifica più gravosa	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	G (ORIZZ) [kN]	Q (ORIZZ) [kN]	M <sub>plasticizz</sub> [kN m]	Meccanismo dominante	H <sub>d</sub> [kN]	F <sub>d</sub> [mm]	FS
1	Palo + sollecitato	A1+M1+R1	1,2	46,0	110,00	298,00	3.804,16	palo lungo	1.358,11	590,00	2,30
2		A2+M1+R2	1,2	46,0				palo lungo	848,82	497,40	1,71
3		A1+M1+R3	1,2	46,0				palo lungo	1.044,70	590,00	1,77
4		SISMA	1,2	46,0	-	-	-	-	-	-	-

Pertanto, il dimensionamento a forze orizzontali dei pali della via di corsa interna restituisce la conferma della geometria definita nel dimensionamento verticale (cui si rimanda) fornendo, al contempo, le seguenti indicazioni di momento di plasticizzazione minimo (ed una ipotesi percorribile per la relativa armatura) necessario al soddisfacimento delle verifiche medesime:

- LINEA DI CORSA GRU INTERNA

Pali lato terra dietro trave (LT<sub>dietro trave</sub>):

- $M_{\text{plast.min}} = 5.230 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- N° 36 34 mm (copriferro asse tondino-estradosso palo= 94 mm)

Pali lato terra no trave (LT<sub>no trave</sub>):

- $M_{\text{plast.min}} = 3.810 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- N° 32 30 mm (copriferro asse tondino-estradosso palo= 92 mm)

Si rimanda alla visione dell'ALLEGATO 12 per il dettagli analitico delle calcolazioni svolte in termini di verifica a forze orizzontali (resistenza).

### 10.5.4 Output di calcolo esercizio

In riferimento all'analisi dei carichi di cui alla relazione strutturale, schematicamente riassunta al paragrafo posto in testa al presente capitolo, ed in riferimento alla geometria finale derivata dal dimensionamento di cui al paragrafo che precede è stato possibile calcolare, lungo la verticale del palo, gli spostamenti orizzontali (deformata), il taglio sollecitante, il momento flessionale oltre alla rotazione ed alla pressione trasmessa al terreno (cfr. teoria richiamata al paragrafo 10.4).

A controprova dei risultati ottenuti a mezzo della soluzione analitica il modello FEM, anch'esso operante secondo la teoria di Winkler, ha evidenziato valori del tutto confrontabili per grandezze prima citate.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>91</b>
			Di <i>of</i>	<b>266</b>

Nel rimandare all'Allegato 13 per il dettaglio analitico del calcolo, nella tabella che segue si riportano i valori di output più rappresentativi ottenuti nelle varie condizioni di verifica svolte. Come evidente, i valori massimi degli spostamenti in testa risultano, analogamente ai cedimenti rilevati a forze verticali, dell'ordine al massimo di pochi millimetri nella peggiore delle condizioni (sisma).

Tabella 38 Output verifiche analitiche a forze verticali (cedimenti)

<i>Palo + sollecitato rotaia lato terra - dietro trave</i>											
Caso	Metodo di calcolo	Verifica più gravosa	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	T <sub>agente</sub> [kN]	Kh <sub>medio</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]	M <sub>max</sub> [kN m]	P <sub>max</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Y <sub>max</sub> [mm]	* <sub>max</sub> [rad]	* <sub>max</sub> [°]
1	Palo + sollecitato	comb. Ae B	1,2	46,0	693	50,0	1.351,20	14,81	2,96	0,00049	0,028
2		SISMA	1,2	46,0	1.214		2.367,04	25,94	5,19	0,00084	0,048

<i>Palo + sollecitato rotaia lato terra - no trave</i>											
Caso	Metodo di calcolo	Verifica più gravosa	D [m]	L <sub>tot_palo</sub> [m]	T <sub>agente</sub> [kN]	Kh <sub>medio</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]	M <sub>max</sub> [kN m]	P <sub>max</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	Y <sub>max</sub> [mm]	□ <sub>max</sub> [rad]	□ <sub>max</sub> [°]
1	Palo + sollecitato	comb. A	1,2	46,0	314	50,0	612,23	6,71	1,34	0,00022	0,013
2		comb. B	1,2	46,0	298		581,04	6,37	1,27	0,00021	0,012
3		SISMA	1,2	46,0	1.013		1.975,10	21,65	4,33	0,00071	0,041

## 11. VERIFICA DEI CASSONI ESISTENTI IN FASE TRANSITORIA

### 11.1 Premessa

Dei due allineamenti longitudinali di pali previsti al di sotto dei nuovi moduli di ampliamento della banchina, la fila interna (lato terra) verrà realizzata con le macchine operatrici disposte sui cassoni esistenti e prospicienti il filo banchina attuale; la fila esterna verrà realizzata successivamente da mare (pontone).

Se da un lato, pertanto, i carichi delle macchine operatrici in estradosso banchina sono da considerare destabilizzanti, dall'altro la banchina risulterà comunque priva dei sovraccarichi che attualmente la sollecitano in termini di container stoccati oltre che di scarico a terra delle gru

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>92</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

esistenti di cui è prevista la dismissione. Vi è poi da considerare la fasistica di cantiere: la realizzazione della seconda fila di pali (quella esterna), infatti, è prevista da mare ed in presenza di quella interna già realizzata (effetto stabilizzante); è altresì vero che prima dell'esecuzione della fila esterna dovrà essere comunque eseguito un approfondimento del fondale marino al piede del cassone ed a ridosso della fila interna già realizzata, determinando tale aspetto un potenziale effetto destabilizzante.

Per quanto appena chiarito ed a favore di sicurezza, si è valutata comunque l'opportunità di operare una verifica di stabilità dell'insieme struttura-terreno nella fase transitoria più sfavorevole pari a quella appena sopra descritta. Durante le verifiche svolte in tal senso è stata correttamente portata in conto la resistenza al taglio offerta dai pali della fila interna lungo la superficie intersecata dalle potenziali curve di scorrimento.

Si rimanda alla visione dell'Allegato 14 per il dettagli analitico delle calcolazioni svolte che hanno restituito esito positivo, dimostrando la stabilità dell'insieme terreno-struttura durante la fase transitoria.

## **11.2 Verifiche di stabilità**

Nel presente paragrafo vengono riportate le verifiche di stabilità del molo facendo riferimento alla stratigrafia più gravosa desunta dalle indagini eseguite; lo schema geotecnico è riportato nella figura seguente:

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>93</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

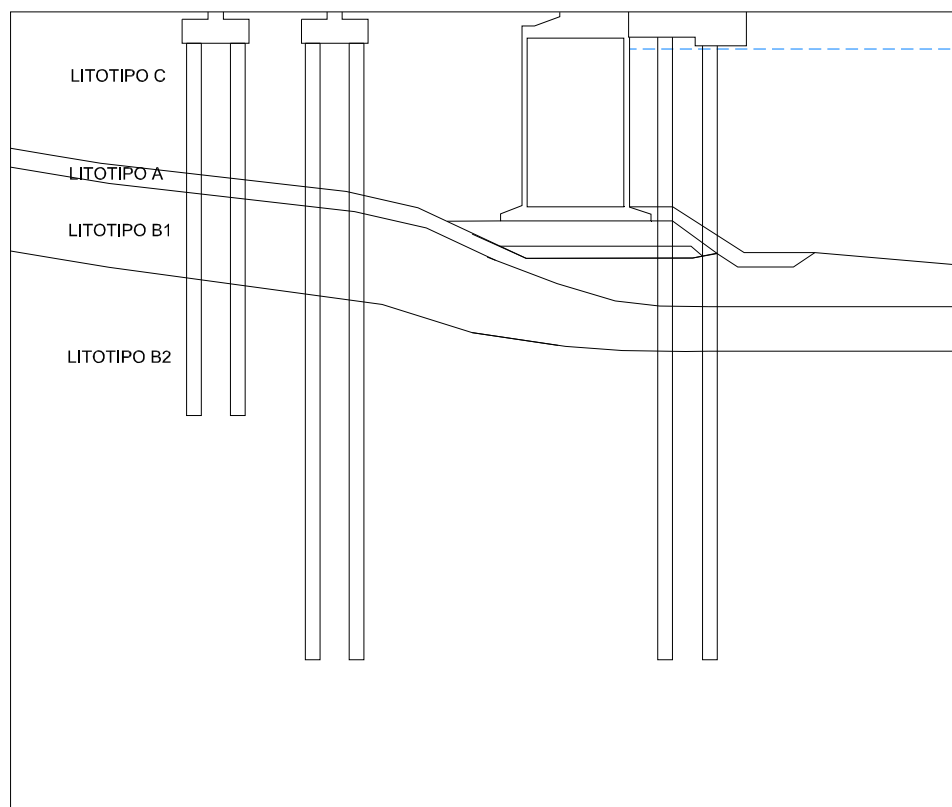


Figura 9 – Sezione schematica di calcolo

In merito alla caratterizzazione geotecnica dei terreni si rimanda alla schematizzazione di calcolo di cui alla Tabella 14 del paragrafo 8.6.

Le analisi sono state eseguite con il codice di calcolo SLOPE della Geoslope Ltd che effettua le verifiche di stabilità dei pendii in accordo con la teoria dell'equilibrio limite. Nel caso specifico è stato utilizzato il metodo di Bishop considerando superfici di scorrimento a direttrice circolare.

Le verifiche sono state condotte nel rispetto delle D.M. 14 Gennaio 2008 - Nuove Norme tecniche per le Costruzioni.

Nell'ambito dell'analisi sismica pseudo-statica sono stati adottati i coefficienti sismici orizzontale e verticale relativi alla categoria di sottosuolo del sito in esame. Nelle verifiche è stata rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$ , dove è:

- $E_d$ = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- $R_d$ = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>94</b>
			Di <i>of</i>	<b>266</b>

Le verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) in cui A2 sono i coefficienti parziali per i carichi (vedi tabella 6.2.I delle NTC2008, riportata qui di seguito):

Tabella 39 – Coefficienti da applicare alle azioni (permanenti, variabili, sismiche)

<i>CARICHI</i>	<i>EFFETTO</i>	<i>COEFFICIENTE PARZIALE <math>\gamma_F</math></i>	<i>EQU</i>	<i>A1 STR</i>	<i>A2 GEO</i>
Permanenti strutturali $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali $G_2$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0	0	0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

In particolare:

i coefficienti parziali per i carichi permanenti sono da considerarsi pari a  $\gamma_{G1}=1$ ;

i coefficienti parziali per i carichi variabili sono da considerarsi pari a  $\gamma_{Q1}=1.3$  in condizioni statiche e  $\gamma_{Q1}=1.0$  in condizioni sismiche.

Gli M2 sono i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (vedi tabella 6.2.II delle NTC2008, riportata qui di seguito):

Tabella 40 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>95</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Il coefficiente R2 è il coefficiente parziale per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo (vedi tabella 6.8.I delle NTC2008, riportata qui di seguito):

Tabella 41 – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

Le analisi sono state eseguite in condizioni drenate. Le formazioni argillose di base sono state caratterizzate mediante la resistenza a taglio non drenata; tuttavia non sono interessate dal passaggio delle superfici di rottura critiche.

I parametri caratteristici di resistenza al taglio sono stati desunti dai risultati delle indagini geognostiche eseguite e corrispondono a quelli già precedentemente richiamati (cfr. Tabella 14 del paragrafo 8.6).

Al di sopra del molo è stata considerata la presenza di un sovraccarico accidentale stradale di 20 kPa, che è stato amplificato secondo il coefficiente  $\gamma_{Q1}=1.3$  nella verifica in condizioni statiche.

Nelle verifiche di stabilità sono stati considerati, secondo le modalità di parzializzazione già chiarite, i seguenti parametri geotecnici parzializzati:

Tabella 42 – Parametri geotecnici parzializzati impiegati nelle verifiche

UNITA' GEOTECNICA	Peso dell'unità di volume $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Angolo di attrito caratteristico $\phi_k$ (°)	Coesione drenata caratteristica $c'_k$ (kPa)  Resistenza al taglio non drenata caratteristica $C_{Uk}$ (kPa)	Angolo di attrito parzializzato $\phi$ (°)	Coesione drenata parzializzata $c'$ (kPa)  Resistenza al taglio non drenata parzializzata $C_U$ (kPa)
RIEMPIMENTO CORPO BANCHINA	19	32	0	26,6	0
DEPOSITI ALLUVIONALI E DI SPIAGGIA RECENTI	18	30	0	24,8	0
ARGILLE PLIOCENICHE DI BASE SUPERFICIALI	19,5	0	210	0,0	150
ARGILLE PLIOCENICHE DI BASE PROFONDE	20,5	0	270	0,0	192,9
MATERIALE SCANNO DI BASAMENTO E MANTELLATA	20	40	0	33,9	0



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>96</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

Nelle verifiche è stato considerato l'incremento della resistenza al taglio fornita dai pali di fondazione delle banchine.

Le verifiche sono state condotte nelle condizioni statiche e sismiche. In quest'ultimo caso si è fatto riferimento ai seguenti valori dei coefficienti sismici:

- $k_h = 0.04$  coefficiente sismico orizzontale;
- $k_v = \pm 0.02$  coefficiente sismico verticale.

### 11.3 Output di calcolo

L'esito delle verifiche svolte, sia in condizioni statiche sia in condizioni sismiche, restituisce il soddisfacimento delle disuguaglianze imposte dalle NTC2008 fra la resistenza e l'azione di progetto, con coefficiente di verifica superiore ad 1,2 per la superficie di scorrimento più critica in condizioni statiche e superiore a 1,12 per quella più critica in condizioni sismiche.

Si rimanda alla visione dell'ALLEGATO 14 per il dettaglio analitico del calcolo.

## 12. SINTESI GEOMETRIA DEI PALI DERIVANTE DAI DIMENSIONAMENTI SVOLTI

L'insieme delle verifiche svolte ai sensi delle NTC2008 in riferimento sia agli stati limite ultimi sia a quelli di esercizio sotto l'azione tanto dei carichi verticali quanto di quelli orizzontali di progetto, distinti nelle loro componenti permanenti e variabili, hanno condotto al seguente definitivo dimensionamento dei pali:

- LINEA DI CORSA GRU INTERNA (banchina esistente)

Pali lato terra dietro trave ( $LT_{di\grave{e}tro\ trave}$ ):


- $\Phi = 1.200$  mm,
- $L = 46$  m

Pali lato terra no trave ( $LT_{no\ trave}$ ):

- $\Phi = 1.200$  mm,
- $L = 46$  m

- LINEA DI CORSA GRU ESTERNA (mare)

Pali lato mare ( $LM_M$ ):

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIVALUTAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>97</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

- $\Phi = 1.200 \text{ mm}$ ,
- $L = 54 \text{ m}$ .

Pali lato terra (LM T):

- $\Phi = 1.200 \text{ mm}$ ,
- $L = 45 \text{ m}$ .

Si rimanda al dettaglio delle tavole di progetto sia per quanto riguarda le definitive caratteristiche geometriche delle fondazioni indirette delle due vie di corsa (effettiva distribuzione dei pali nel modulo di fondazione e relativi interassi), sia per quel che attiene alle armature dei pali stessi. In merito a tale ultimo aspetto si evidenzia la circostanza per la quale la coppia di pali della via di corsa lato terra posta a tergo delle travi orizzontali di collegamento/ripartizione (previste in n° di 2 per ogni modulo di fondazione), sarà caratterizzata da una tipologia di armatura differente (maggiormente armata) rispetto al resto dei pali della medesima via di corsa: detta scelta è risultata imposta dai maggiori moduli delle forze orizzontali sollecitanti trasmesse dalle travi di collegamento orizzontali che si traducono, a loro volta, in maggiori sforzi di taglio e maggiori momenti flettenti. In sintesi, pertanto, la verifica geotecnica a forze orizzontali dei soli pali più sollecitati in tal senso (via di corsa interna) è risultata tale da imporre i seguenti riferimenti minimi, in termini di momento di plasticizzazione, da doversi garantire nella definitiva scelta strutturale dell'armatura (per i pali della via di corsa esterna, a mare, la scelta dell'armatura è dettata dalle necessita strutturali a forze verticali e non orizzontali):

- Pali via di corsa interna direttamente collegati alla trave orizzontale di ripartizione (pali  $LT_{\text{dietro\_trave}}$ ):  $M_{\text{plastic\_min}} = 5.230 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$ ;
- Pali via di corsa interna non direttamente collegati alla trave orizzontale di ripartizione (pali  $LT_{\text{no\_trave}}$ ):  $M_{\text{plastic\_min}} = 3.810 \text{ [kN}\cdot\text{m]}$ .

## 13. PROVE DI CARICO

Il dimensionamento operato nell'ambito del presente progetto, svolto secondo i dettami previsti dalla normativa cogente, discende da una serie di ipotesi assunte (tutte già dettagliatamente esposte in seno al presente scritto) comunque giustamente cautelative in merito sia alla caratterizzazione geotecnica dei litotipi sia alle schematizzazioni di calcolo.

Fermo restando l'obbligo, sancito dalle NTC2008 all'atto dell'esecuzione dei lavori, relativo da un lato allo svolgimento dei necessari controlli d'integrità dei pali realizzati e, dall'altro lato, all'esecuzione delle prove di carico in corso d'opera sui pali eseguiti, contestualmente alla stesura del progetto esecutivo si prevede il ricorso alla realizzazione di una serie di pali pilota su cui

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>98</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

eseguire le prove di progetto (cfr. NTC2008 paragrafo 6.4.3.7.1). Dette prove dovranno verificare, in particolare, il reale comportamento del palo a rottura ed in termini di curva carichi-cedimenti a forze verticali, aspetto questo di particolare importanza in ragione delle ridotte tolleranze in termini di cedimenti differenziali (distorsioni) imposte dal fornitore delle nuove gru e necessarie al loro corretto esercizio lungo i binari.

Anche in merito al comportamento a forze orizzontali sarebbe opportuna una verifica finalizzata all'effettivo riscontro delle curve carichi-spostamenti, essendo esse di estrema utilità ai fini del raffronto con quanto previsto da modello nell'ambito della presente fase progettuale.

In occasione della pianificazione di dette prove si dovrà provvedere ad individuare, sulla scorta delle risultanze delle campagne di indagini svolte e del modello stratigrafico già ricostruito in sede di presente progetto definitivo, il posizionamento dei pali prova maggiormente cautelativo, vale a dire quello a sfavore di stratigrafia (minori spessori dei litotipi "portanti").

In merito alla citata sperimentazione su pali pilota si osserva che la loro esecuzione, qualora attuata ricorrendo a pali opportunamente strumentati ed in numero non limitato, se da un lato costituisce giocoforza un aggravio di spesa dall'altro potrà consentire la stesura di una progettazione esecutiva/esecuzione in grado di approdare ad una geometria fondale ultima che, nel pieno rispetto dei limiti di sicurezza imposti dalla normativa, porti anche ad una economia di esecuzione, a scala di intero progetto, senz'altro potenzialmente significativa viste le notevoli estensioni lineari dell'intervento di cui trattasi.

## 14. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione geotecnica, unitamente al modello agli elementi finiti (FEM) a corredo dell'intera progettazione definitiva (particolarmente utile ai fini della stima da un lato delle forze trasmesse ai pali di fondazione e, dall'altro lato, dei cedimenti attesi), ha consentito il definitivo dimensionamento delle fondazioni indirette previste per le due vie di corsa delle nuove gru di banchina.


La campagna d'indagini geognostiche, dirette ed indirette, contestuale alla presente progettazione ed esperita ad hoc ad integrazione di quelle pregresse (con particolare riferimento a quella del 2008), ha consentito di addivenire alla ricostruzione di un modello geotecnico di riferimento senz'altro soddisfacente ai fini della corretta risoluzione delle problematiche progettuali specifiche. In tal senso, l'attuale campagna (2012) ha ottimizzato il rapporto costi-benefici proprio dell'intero intervento consentendo un corretto dimensionamento delle fondazioni indirette che ha senz'altro comportato, già in questa fase, un'economia globale di progetto.

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>99</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## 15. RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente relazione è stata redatta nel rispetto del quadro legislativo vigente ed in particolare seguendo le prescrizioni delle seguenti norme e/o riferimenti tecnici specifici di settore:

- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- **Raccomandazioni AGI (1977)** – “Sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche”;
- **Raccomandazioni AGI (1984)** – “Sui Pali di Fondazione”;
- **D.M. LL.PP. 11/3/1988** – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **Circolare Min. LL.PP. 24 Settembre 1988 n. 30483** – Legge 2 febbraio 1974 n.64, art1. D.M. 11 marzo 1988 “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- **Raccomandazioni AGI (1994)** – “Sulle Prove Geotecniche di Laboratorio”;
- **Circolare Min. LL.PP. 9 Gennaio 1996, n. 218/24/3** – Legge 2 febbraio 1974, n.64. Decreto M. LL.PP. 11 marzo 1988: “Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- **Eurocodice 7 (UNI ENV 1997-1)** – “Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali”;
- **Eurocodice 8 (UNI ENV 1998-5)** – “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- **Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003** – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- **Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3316 del 02 ottobre 2003** – “Modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003”;
- **Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3431 del 05 marzo 2005** – “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003”;

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>100</b> Di <i>of</i> <b>266</b>


- **Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163** – “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”;
- **D.M. LL.PP. 14 gennaio 2008** – “Norme tecniche per le costruzioni” (NTC 2008);
- **Circolare C.S. LL.PP. 2 febbraio 2009 n° 617** – “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008”;
- **D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207** – “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»”.

Roma, Luglio 2012

Il Progettista Responsabile  
 Dott. Ing. Michelangelo Lentini

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>101</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 1 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove (in situ e di laboratorio) d’interesse relative ai sondaggi BH2, BH3, BH5, BH6, BH8, BH9, BH11 e BH12 (campagna BH2008 – lato banchina)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>102</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**a – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove SPT d’interesse relative ai sondaggi lato banchina BH2, BH3, BH5, BH6, BH8, BH9, BH11 e BH12**

**(campagna BH2008 – lato banchina)**



<b>ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b>								
<b>PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato banchina)</b>								
<b>TABELLA 1 - RISULTATI PROVE SCPT ED EVENTUALE CORREZIONE PER CORRELAZIONI SPT E/O RISULTATI PROVE SPT</b>								
ID Prova	Tipo di prova SCPT / SPT	Descrizione sintetica del terreno	SCPT (punta chiusa) o SPT (campionatore Raymond)				Coefficiente correttivo SCPT-SPT C <sub>r</sub> (adim)	Correzione N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)
			N <sub>1_campo</sub> (colpi)	N <sub>2_campo</sub> (colpi)	N <sub>3_campo</sub> (colpi)	N <sub>campo</sub> (colpi/30 cm)		
BH2-SPT1	SPT	Litotipo A	9	10	11	21	1,00	21
BH2-SPT2	SPT	Litotipo A	9	20	26	46	1,00	46
BH3-SPT1	SPT	Litotipo C	14	19	13	32	1,00	32
BH3-SPT2	SPT	Litotipo C	-	-	R50	-	1,00	-
BH3-SPT3	SPT	Litotipo C	8	17	39	56	1,00	56
BH3-SPT4	SPT	Litotipo C	3	4	7	11	1,00	11
BH3-SPT5	SPT	Litotipo C	5	11	13	24	1,00	24
BH3-SPT6	SPT	Litotipo C	6	4	5	9	1,00	9
BH3-SPT7	SPT	Litotipo C	6	5	8	13	1,00	13
BH3-SPT8	SPT	Litotipo C	8	10	7	17	1,00	17
BH3-SPT9	SPT	Litotipo C	5	4	6	10	1,00	10
BH3-SPT10	SPT	Litotipo C	2	4	7	11	1,00	11
BH3-SPT11	SPT	Litotipo C	13	12	16	28	1,00	28
BH5-SPT1	SPT	Litotipo A	11	12	15	27	1,00	27
BH5-SPT2	SPT	Litotipo A	16	18	15	33	1,00	33
BH5-SPT3	SPT	Litotipo A	18	13	20	33	1,00	33
BH5-SPT4	SPT	Litotipo A	-	39	R50	-	1,00	-
BH6-SPT1	SPT	Litotipo C	16	15	19	34	1,00	34
BH6-SPT2	SPT	Litotipo C	6	12	21	33	1,00	33
BH6-SPT3	SPT	Litotipo C	18	23	18	41	1,00	41
BH6-SPT4	SPT	Litotipo C	12	19	14	33	1,00	33
BH6-SPT5	SPT	Litotipo C	7	25	27	52	1,00	52
BH6-SPT6	SPT	Litotipo C	23	18	14	32	1,00	32
BH6-SPT7	SPT	Litotipo C	25	-	R50	-	1,00	-
BH6-SPT8	SPT	Litotipo C	40	48	R50	-	1,00	-
BH8-SPT1	SPT	Litotipo A	14	12	11	23	1,00	23
BH8-SPT2	SPT	Litotipo A	6	6	13	19	1,00	19
BH8-SPT3	SPT	Litotipo A	11	19	24	43	1,00	43
BH9-SPT1	SPT	Litotipo C	9	19	16	35	1,00	35
BH9-SPT2	SPT	Litotipo C	12	13	45	58	1,00	58
BH9-SPT3	SPT	Litotipo C	5	8	22	30	1,00	30
BH9-SPT4	SPT	Litotipo C	17	14	14	28	1,00	28
BH9-SPT5	SPT	Litotipo C	7	5	10	15	1,00	15
BH9-SPT6	SPT	Litotipo C	10	15	18	33	1,00	33
BH9-SPT7	SPT	Litotipo C	5	9	7	16	1,00	16
BH9-SPT8	SPT	Litotipo C	47		R50	-	1,00	-
BH9-SPT9	SPT	Litotipo C	13	32	R50	-	1,00	-
BH11-SPT1	SPT	Litotipo A	3	8	24	32	1,00	32
BH12-SPT1	SPT	Litotipo C	14	42	R50	-	1,00	-
BH12-SPT2	SPT	Litotipo C	22	30	33	63	1,00	63
BH12-SPT3	SPT	Litotipo C	11	13	17	30	1,00	30
BH12-SPT4	SPT	Litotipo C	17	33	35	68	1,00	68
BH12-SPT5	SPT	Litotipo C	9	9	11	20	1,00	20
BH12-SPT6	SPT	Litotipo C	3	14	46	60	1,00	60
BH12-SPT7	SPT	Litotipo C	15	16	20	36	1,00	36
BH12-SPT8	SPT	Litotipo C	9	18	R50	-	1,00	-
BH12-SPT9	SPT	Litotipo C	11	7	8	15	1,00	15
BH12-SPT10	SPT	Litotipo C	21	32	20	52	1,00	52



**PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document  
**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **104** Di **266**  
Page of

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO								
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato banchina)								
TABELLA 2 - RISULTATI PROVE SPT E CORREZIONE IN FUNZIONE DELLA PROFONDITA' DI PROVA								
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Peso unità di volume del terreno $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Profondità prova dal p.c. $z$ (m)	Profondità falda dal p.c. $z_w$ (m)	Peso unità di volume dell'acqua $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)	N <sub>SPT</sub> corretto (colpi/30 cm)
BH2-SPT1	Litotipo A	18,0	18,00	3,00	10,0	232,80	21	13
BH2-SPT2	Litotipo A	18,0	19,50	3,00	10,0	244,80	46	29
BH3-SPT1	Litotipo C	18,0	1,50	3,00	10,0	29,40	32	32
BH3-SPT2	Litotipo C	18,0	3,00	3,00	10,0	56,40	-	-
BH3-SPT3	Litotipo C	18,0	5,00	3,00	10,0	72,40	56	56
BH3-SPT4	Litotipo C	18,0	6,00	3,00	10,0	80,40	11	11
BH3-SPT5	Litotipo C	18,0	7,50	3,00	10,0	92,40	24	24
BH3-SPT6	Litotipo C	18,0	9,00	3,00	10,0	104,40	9	8
BH3-SPT7	Litotipo C	18,0	10,50	3,00	10,0	116,40	13	12
BH3-SPT8	Litotipo C	18,0	12,00	3,00	10,0	128,40	17	15
BH3-SPT9	Litotipo C	18,0	13,50	3,00	10,0	140,40	10	8
BH3-SPT10	Litotipo C	18,0	15,00	3,00	10,0	152,40	11	8
BH3-SPT11	Litotipo C	18,0	16,50	3,00	10,0	164,40	28	21
BH5-SPT1	Litotipo A	18,0	17,00	3,00	10,0	152,00	27	21
BH5-SPT2	Litotipo A	18,0	18,00	3,00	10,0	160,00	33	26
BH5-SPT3	Litotipo A	18,0	19,00	3,00	10,0	168,00	33	25
BH5-SPT4	Litotipo A	18,0	20,00	3,00	10,0	176,00	-	-
BH6-SPT1	Litotipo C	18,0	1,50	3,00	10,0	28,80	34	34
BH6-SPT2	Litotipo C	18,0	3,00	3,00	10,0	55,80	33	33
BH6-SPT3	Litotipo C	18,0	4,50	3,00	10,0	67,80	41	41
BH6-SPT4	Litotipo C	18,0	6,00	3,00	10,0	79,80	33	33
BH6-SPT5	Litotipo C	18,0	7,50	3,00	10,0	91,80	52	52
BH6-SPT6	Litotipo C	18,0	9,00	3,00	10,0	103,80	32	31
BH6-SPT7	Litotipo C	18,0	10,50	3,00	10,0	115,80	-	-
BH6-SPT8	Litotipo C	18,0	12,00	3,00	10,0	127,80	-	-
BH8-SPT1	Litotipo A	18,0	17,00	3,00	10,0	161,60	23	18
BH8-SPT2	Litotipo A	18,0	18,50	3,00	10,0	173,60	19	14
BH8-SPT3	Litotipo A	18,0	20,00	3,00	10,0	185,60	43	31
BH9-SPT1	Litotipo C	18,0	1,50	3,00	10,0	28,80	35	35
BH9-SPT2	Litotipo C	18,0	3,00	3,00	10,0	55,80	58	58
BH9-SPT3	Litotipo C	18,0	4,50	3,00	10,0	67,80	30	30
BH9-SPT4	Litotipo C	18,0	6,00	3,00	10,0	79,80	28	28
BH9-SPT5	Litotipo C	18,0	7,50	3,00	10,0	91,80	15	15
BH9-SPT6	Litotipo C	18,0	9,00	3,00	10,0	103,80	33	32
BH9-SPT7	Litotipo C	18,0	10,50	3,00	10,0	115,80	16	14
BH9-SPT8	Litotipo C	18,0	12,00	3,00	10,0	127,80	-	-
BH9-SPT9	Litotipo C	18,0	13,50	3,00	10,0	139,80	-	-
BH11-SPT1	Litotipo A	18,0	20,50	3,00	10,0	254,00	32	20
BH12-SPT1	Litotipo C	18,0	1,50	3,00	10,0	28,80	-	-
BH12-SPT2	Litotipo C	18,0	3,00	3,00	10,0	55,80	63	63
BH12-SPT3	Litotipo C	18,0	4,50	3,00	10,0	67,80	30	30
BH12-SPT4	Litotipo C	18,0	6,00	3,00	10,0	79,80	68	68
BH12-SPT5	Litotipo C	18,0	7,50	3,00	10,0	91,80	20	20
BH12-SPT6	Litotipo C	18,0	9,00	3,00	10,0	103,80	60	58
BH12-SPT7	Litotipo C	18,0	10,50	3,00	10,0	115,80	36	33
BH12-SPT8	Litotipo C	18,0	12,00	3,00	10,0	127,80	-	-
BH12-SPT9	Litotipo C	18,0	13,50	3,00	10,0	139,80	15	12
BH12-SPT10	Litotipo C	18,0	14,50	3,00	10,0	147,80	52	42

Prove SPT corrette secondo : Liao e Whitman (1985):  $N_{SPT\text{corretto}} = 10 \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_v}\right)^{0,5} \cdot N_{SPT}$  se  $\sigma'_v > 100$  kPa



PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO

Documento  
Document  
0130TAR01003-00-R12



PROGETTO DEFINITIVO

Data **Luglio 2012**

RELAZIONE GEOTECNICA

Pagina **105** Di **266**  
Page of

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO									
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato banchina)									
TABELLA 3 - CORRELAZIONE DIRETTA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO $\phi'$ (TERRENI INCOERENTI)									
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	$N_{SPT}$ corretto (colpi/30 cm)	Angolo di resistenza al taglio					Angolo resistenza al taglio $\phi'$ medio [°]
				$\phi'_{RBS}$ [°]	$\phi'_{JNR}$ [°]	$\phi'_{DEMELO}$ [°]	$\phi'_{MALCEV}$ [°]	$\phi'_{O-I}$ [°]	
BH2-SPT1	Litotipo A	232,80	13	29,0	31,0	28,0	22,0	29,0	28,0
BH2-SPT2	Litotipo A	244,80	29	36,0	36,0	31,0	24,0	36,0	33,0
BH3-SPT1	Litotipo C	29,40	32	37,0	37,0	32,0	28,0	37,0	34,0
BH3-SPT2	Litotipo C	56,40	-	-	-	-	-	-	-
BH3-SPT3	Litotipo C	72,40	56	44,0	44,0	34,0	27,0	44,0	31,0
BH3-SPT4	Litotipo C	80,40	11	28,0	30,0	28,0	24,0	28,0	29,0
BH3-SPT5	Litotipo C	92,40	24	34,0	34,0	31,0	25,0	34,0	33,0
BH3-SPT6	Litotipo C	104,40	8	26,0	29,0	26,0	23,0	26,0	27,0
BH3-SPT7	Litotipo C	116,40	12	28,0	31,0	28,0	24,0	28,0	29,0
BH3-SPT8	Litotipo C	128,40	15	30,0	32,0	29,0	24,0	30,0	30,0
BH3-SPT9	Litotipo C	140,40	8	26,0	29,0	26,0	23,0	26,0	27,0
BH3-SPT10	Litotipo C	152,40	8	26,0	29,0	26,0	22,0	26,0	27,0
BH3-SPT11	Litotipo C	164,40	21	33,0	33,0	30,0	24,0	33,0	32,0
BH5-SPT1	Litotipo A	152,00	21	33,0	33,0	30,0	24,0	33,0	31,0
BH5-SPT2	Litotipo A	160,00	26	35,0	35,0	31,0	24,0	35,0	32,0
BH5-SPT3	Litotipo A	168,00	25	34,0	35,0	31,0	24,0	34,0	32,0
BH5-SPT4	Litotipo A	176,00	-	-	-	-	-	-	-
BH6-SPT1	Litotipo C	28,80	34	38,0	37,0	32,0	28,0	38,0	36,0
BH6-SPT2	Litotipo C	55,80	33	37,0	37,0	32,0	27,0	37,0	36,0
BH6-SPT3	Litotipo C	67,80	41	40,0	39,0	33,0	27,0	40,0	30,0
BH6-SPT4	Litotipo C	79,80	33	37,0	37,0	32,0	26,0	37,0	36,0
BH6-SPT5	Litotipo C	91,80	52	43,0	43,0	34,0	27,0	43,0	31,0
BH6-SPT6	Litotipo C	103,80	31	37,0	36,0	32,0	25,0	37,0	36,0
BH6-SPT7	Litotipo C	115,80	-	-	-	-	-	-	-
BH6-SPT8	Litotipo C	127,80	-	-	-	-	-	-	-
BH8-SPT1	Litotipo A	161,60	18	31,0	32,0	29,0	24,0	31,0	29,0
BH8-SPT2	Litotipo A	173,60	14	29,0	31,0	28,0	23,0	29,0	28,0
BH8-SPT3	Litotipo A	185,60	31	37,0	36,0	31,0	24,0	37,0	33,0
BH9-SPT1	Litotipo C	28,80	35	38,0	38,0	32,0	28,0	38,0	37,0
BH9-SPT2	Litotipo C	55,80	58	44,0	44,0	34,0	28,0	44,0	31,0
BH9-SPT3	Litotipo C	67,80	30	36,0	36,0	32,0	26,0	36,0	35,0
BH9-SPT4	Litotipo C	79,80	28	35,0	35,0	31,0	26,0	35,0	34,0
BH9-SPT5	Litotipo C	91,80	15	30,0	32,0	29,0	25,0	30,0	30,0
BH9-SPT6	Litotipo C	103,80	32	37,0	37,0	32,0	26,0	37,0	36,0
BH9-SPT7	Litotipo C	115,80	14	29,0	31,0	29,0	24,0	29,0	30,0
BH9-SPT8	Litotipo C	127,80	-	-	-	-	-	-	-
BH9-SPT9	Litotipo C	139,80	-	-	-	-	-	-	-
BH11-SPT1	Litotipo A	254,00	20	32,0	33,0	29,0	23,0	32,0	30,0
BH12-SPT1	Litotipo C	28,80	-	-	-	-	-	-	-
BH12-SPT2	Litotipo C	55,80	63	>45	>45	34,0	28,0	>45	31,0
BH12-SPT3	Litotipo C	67,80	30	36,0	36,0	32,0	26,0	36,0	35,0
BH12-SPT4	Litotipo C	79,80	68	>45	>45	35,0	27,0	>45	31,0
BH12-SPT5	Litotipo C	91,80	20	32,0	33,0	30,0	25,0	32,0	32,0
BH12-SPT6	Litotipo C	103,80	58	44,0	44,0	34,0	26,0	44,0	30,0
BH12-SPT7	Litotipo C	115,80	33	37,0	37,0	32,0	25,0	37,0	36,0
BH12-SPT8	Litotipo C	127,80	-	-	-	-	-	-	-
BH12-SPT9	Litotipo C	139,80	12	28,0	31,0	28,0	23,0	28,0	29,0
BH12-SPT10	Litotipo C	147,80	42	40,0	40,0	33,0	25,0	40,0	29,0

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>		Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>		
		<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>	
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>106</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Prove SPT interpretate secondo :	Road Bridge Specification (RBS): $\phi'_{RBS} = 15 + \sqrt{15 \cdot N_{SPTcorrected}}$
	Japanese National Railway (JNR): $\phi'_{JNR} = 27 + (0,3 \cdot N_{SPTcorrected})$
	De Mello: $\phi'_{DEMELLO} = 19 - 0,38 \cdot \sigma'_v + 8,73 \cdot \text{Log}(N_{SPTcorrected})$
	Malcev: $\phi'_{MALCEV} = 20 - 5 \cdot \text{Log}(\sigma'_v) + 3,73 \cdot \text{Log}(N_{SPTcorrected})$
	Owasaki & Iwasaki: $\phi'_{O-I} = 15 + \sqrt{20 \cdot N_{SPTcorrected}}$

	Valori utilizzati nella determinazione del valore medio
--	---



**PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document  
**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **107** Di **266**  
Page of

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO								
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato banchina)								
TABELLA 5 - CORRELAZIONE DIRETTA PER LA DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFORMAZIONE DI YOUNG E' (TERRENI INCOERENTI)								
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	N <sub>SPT</sub> corretto (colpi/30 cm)	Modulo di deformazione di Young				Modulo di deformazione E' media (MPa)
				E' DENV (MPa)	E' SCHM (MPa)	E' D APP (MPa)	E' S-M (MPa)	
BH2-SPT1	Litotipo A	232,80	13	25,2	26,0	29,1	14,5	23,7
BH2-SPT2	Litotipo A	244,80	29	37,7	34,8	41,5	22,9	34,2
BH3-SPT1	Litotipo C	29,40	32	39,6	64,0	43,8	24,5	41,7
BH3-SPT2	Litotipo C	56,40	-	-	-	-	-	-
BH3-SPT3	Litotipo C	72,40	56	52,4	112,0	62,3	37,1	50,6
BH3-SPT4	Litotipo C	80,40	11	23,2	22,0	27,6	13,4	21,5
BH3-SPT5	Litotipo C	92,40	24	34,3	48,0	37,6	20,2	35,0
BH3-SPT6	Litotipo C	104,40	8	19,8	16,0	25,3	11,8	18,2
BH3-SPT7	Litotipo C	116,40	12	24,2	24,0	28,4	13,9	22,6
BH3-SPT8	Litotipo C	128,40	15	27,1	30,0	30,7	15,5	25,8
BH3-SPT9	Litotipo C	140,40	8	19,8	16,0	25,3	11,8	18,2
BH3-SPT10	Litotipo C	152,40	8	19,8	16,0	25,3	11,8	18,2
BH3-SPT11	Litotipo C	164,40	21	32,1	42,0	35,3	18,7	32,0
BH5-SPT1	Litotipo A	152,00	21	32,1	42,0	35,3	18,7	28,7
BH5-SPT2	Litotipo A	160,00	26	35,7	52,0	39,1	21,3	32,0
BH5-SPT3	Litotipo A	168,00	25	35,0	50,0	38,4	20,8	31,4
BH5-SPT4	Litotipo A	176,00	-	-	-	-	-	-
BH6-SPT1	Litotipo C	28,80	34	40,8	68,0	45,3	25,5	37,2
BH6-SPT2	Litotipo C	55,80	33	40,2	66,0	44,5	25,0	36,6
BH6-SPT3	Litotipo C	67,80	41	44,8	82,0	50,7	29,2	41,6
BH6-SPT4	Litotipo C	79,80	33	40,2	66,0	44,5	25,0	36,6
BH6-SPT5	Litotipo C	91,80	52	50,5	104,0	59,2	35,0	48,2
BH6-SPT6	Litotipo C	103,80	31	39,0	62,0	43,0	23,9	35,3
BH6-SPT7	Litotipo C	115,80	-	-	-	-	-	-
BH6-SPT8	Litotipo C	127,80	-	-	-	-	-	-
BH8-SPT1	Litotipo A	161,60	18	29,7	36,0	33,0	17,1	28,9
BH8-SPT2	Litotipo A	173,60	14	26,2	28,0	29,9	15,0	24,8
BH8-SPT3	Litotipo A	185,60	31	39,0	37,2	43,0	23,9	35,8
BH9-SPT1	Litotipo C	28,80	35	41,4	70,0	46,1	26,0	37,8
BH9-SPT2	Litotipo C	55,80	58	53,3	116,0	63,8	38,2	51,8
BH9-SPT3	Litotipo C	67,80	30	38,3	60,0	42,2	23,4	34,7
BH9-SPT4	Litotipo C	79,80	28	37,0	56,0	40,7	22,4	33,4
BH9-SPT5	Litotipo C	91,80	15	27,1	30,0	30,7	15,5	25,8
BH9-SPT6	Litotipo C	103,80	32	39,6	64,0	43,8	24,5	35,9
BH9-SPT7	Litotipo C	115,80	14	26,2	28,0	29,9	15,0	24,8
BH9-SPT8	Litotipo C	127,80	-	-	-	-	-	-
BH9-SPT9	Litotipo C	139,80	-	-	-	-	-	-
BH11-SPT1	Litotipo A	254,00	20	31,3	40,0	34,5	18,1	31,0
BH12-SPT1	Litotipo C	28,80	-	-	-	-	-	-
BH12-SPT2	Litotipo C	55,80	63	55,6	126,0	67,7	40,8	54,7
BH12-SPT3	Litotipo C	67,80	30	38,3	60,0	42,2	23,4	34,7
BH12-SPT4	Litotipo C	79,80	68	57,7	136,0	71,5	43,4	57,6
BH12-SPT5	Litotipo C	91,80	20	31,3	24,0	34,5	18,1	27,0
BH12-SPT6	Litotipo C	103,80	58	53,3	116,0	63,8	38,2	51,8
BH12-SPT7	Litotipo C	115,80	33	40,2	39,6	44,5	25,0	37,3
BH12-SPT8	Litotipo C	127,80	-	-	-	-	-	-
BH12-SPT9	Litotipo C	139,80	12	24,2	14,4	28,4	13,9	20,2
BH12-SPT10	Litotipo C	147,80	42	45,4	50,4	51,5	29,7	44,2

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>108</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

Prove SPT interpretate secondo :	Denver (1982) ed anche Terzaghi:	$E'_{DENV} = 7 \cdot (N_{SPTcorrected})^{0.5}$	espresso in [MPa]
	Schmertmann:	$E'_{SCHM} = 2 \cdot B \cdot N_{SPTcorrected}$	espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
	D'Appolonia et Alii:	$E'_{DAPP} = 7,71 \cdot N_{SPTcorrected} + 191$	espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
	Schultze & Mezembach:	$E'_{S-M} = 5,27 \cdot N_{SPTcorrected} + 76$	espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]

	Valori utilizzati nella determinazione del valore medio
--	---



**PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **109** Di **266**  
Page of

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO										
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato banchina)										
TABELLA 6 - CORRELAZIONE DIRETTA PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO $V_s$										
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	Profondità prova dal p.c. z (m)	$N_{SPT}$ corretto (colpi/30 cm)	Classe	Velocità onde di taglio $V_{s,YOSH}$ (m/s)	Parametro $\alpha$	Parametro $\beta$	Velocità onde di taglio $V_{s,0-G}$ (m/s)	Velocità onde di taglio $V_{s,media}$ (m/s)
BH2-SPT1	Litotipo A	232,80	18,00	13	3	244	1,0	1,19	222	233
BH2-SPT2	Litotipo A	244,80	19,50	29	2	281	1,0	1,19	259	270
BH3-SPT1	Litotipo C	29,40	1,50	32	3	229	1,0	1,19	160	195
BH3-SPT2	Litotipo C	56,40	3,00	-	-	-	-	-	-	-
BH3-SPT3	Litotipo C	72,40	5,00	56	3	299	1,0	1,19	223	261
BH3-SPT4	Litotipo C	80,40	6,00	11	3	202	1,0	1,19	174	188
BH3-SPT5	Litotipo C	92,40	7,50	24	3	250	1,0	1,19	208	250
BH3-SPT6	Litotipo C	104,40	9,00	8	3	193	1,0	1,19	178	186
BH3-SPT7	Litotipo C	116,40	10,50	12	3	217	1,0	1,19	197	207
BH3-SPT8	Litotipo C	128,40	12,00	15	3	233	1,0	1,19	210	222
BH3-SPT9	Litotipo C	140,40	13,50	8	3	202	1,0	1,19	193	198
BH3-SPT10	Litotipo C	152,40	15,00	8	3	204	1,0	1,19	197	201
BH3-SPT11	Litotipo C	164,40	16,50	21	3	262	1,0	1,19	237	250
BH5-SPT1	Litotipo A	152,00	17,00	21	3	260	1,0	1,19	238	249
BH5-SPT2	Litotipo A	160,00	18,00	26	3	276	1,0	1,19	250	263
BH5-SPT3	Litotipo A	168,00	19,00	25	3	275	1,0	1,19	251	263
BH5-SPT4	Litotipo A	176,00	20,00	-	-	-	-	-	-	-
BH6-SPT1	Litotipo C	28,80	1,50	34	3	232	1,0	1,19	162	197
BH6-SPT2	Litotipo C	55,80	3,00	33	3	253	1,0	1,19	184	219
BH6-SPT3	Litotipo C	67,80	4,50	41	3	274	1,0	1,19	207	241
BH6-SPT4	Litotipo C	79,80	6,00	33	3	265	1,0	1,19	211	238
BH6-SPT5	Litotipo C	91,80	7,50	52	3	303	1,0	1,19	238	271
BH6-SPT6	Litotipo C	103,80	9,00	31	3	271	1,0	1,19	225	248
BH6-SPT7	Litotipo C	115,80	10,50	-	-	-	-	-	-	-
BH6-SPT8	Litotipo C	127,80	12,00	-	-	-	-	-	-	-
BH8-SPT1	Litotipo A	161,60	17,00	18	3	252	1,0	1,19	232	242
BH8-SPT2	Litotipo A	173,60	18,50	14	2	223	1,0	1,19	226	225
BH8-SPT3	Litotipo A	185,60	20,00	31	1	240	1,0	1,19	263	252
BH9-SPT1	Litotipo C	28,80	1,50	35	3	234	1,0	1,19	163	199
BH9-SPT2	Litotipo C	55,80	3,00	58	3	291	1,0	1,19	203	247
BH9-SPT3	Litotipo C	67,80	4,50	30	3	253	1,0	1,19	196	225
BH9-SPT4	Litotipo C	79,80	6,00	28	3	255	1,0	1,19	205	230
BH9-SPT5	Litotipo C	91,80	7,50	15	2	207	1,0	1,19	192	200
BH9-SPT6	Litotipo C	103,80	9,00	32	3	273	1,0	1,19	227	250
BH9-SPT7	Litotipo C	115,80	10,50	14	3	226	1,0	1,19	202	214
BH9-SPT8	Litotipo C	127,80	12,00	-	-	-	-	-	-	-
BH9-SPT9	Litotipo C	139,80	13,50	-	-	-	-	-	-	-
BH11-SPT1	Litotipo A	254,00	20,50	20	2	257	1,0	1,19	245	251
BH12-SPT1	Litotipo C	28,80	1,50	-	3	-	1,0	1,19	-	-
BH12-SPT2	Litotipo C	55,80	3,00	63	3	297	1,0	1,19	206	252
BH12-SPT3	Litotipo C	67,80	4,50	30	3	253	1,0	1,19	196	225
BH12-SPT4	Litotipo C	79,80	6,00	68	3	318	1,0	1,19	239	279
BH12-SPT5	Litotipo C	91,80	7,50	20	3	239	1,0	1,19	202	221
BH12-SPT6	Litotipo C	103,80	9,00	58	3	317	1,0	1,19	251	284
BH12-SPT7	Litotipo C	115,80	10,50	33	3	280	1,0	1,19	235	258
BH12-SPT8	Litotipo C	127,80	12,00	-	3	-	1,0	1,19	-	-
BH12-SPT9	Litotipo C	139,80	13,50	12	2	208	1,0	1,19	207	208
BH12-SPT10	Litotipo C	147,80	14,50	42	3	307	1,0	1,19	260	284





**PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document  
**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **110** Di **266**  
Page of


Prove SPT interpretate secondo :	Yoshida e al. (1988):	$V_{S\_YOSH} = F \cdot N_{SPT\text{corretto}}^{0.25} \cdot \sigma_v^{-0.14}$	con F = 49 per sabbia fine (classe 1) con F = 56 con ghiaia al 25% (classe 2) con F = 60 con ghiaia al 50% (classe 3) con F = 55 qualsiasi terreno (classe 4)
	Ohta e Goto (1978):	$V_{S\_O-G} = 54.33 \cdot N_{SPT\text{corretto}}^{0.173} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{z}{0.303}\right)^{0.193}$	
	$\alpha = 1.0$ per depositi recenti (Olocene)		$\alpha = 1.3$ per depositi del Pleistocene e Terziario
	$\beta = 1.0$ per limi ed argille	$\beta = 1.09$ per sabbie	$\beta = 1.19$ per sabbie e ghiaie

Valori utilizzati nella determinazione del valore medio

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO									Categoria di suolo
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato banchina)									
TABELLA 8 - RIASSUNTO ELABORAZIONI PROVE SPT (TERRENI INCOERENTI)									
Descrizione sintetica del terreno	N <sub>SPTcorretto_min</sub>	N <sub>SPTcorretto_max</sub>	$\varphi'_{min}$ [°]	$\varphi'_{max}$ [°]	E' <sub>min</sub> (MPa)	E' <sub>max</sub> (MPa)	V <sub>s_min</sub> (m/s)	V <sub>s_max</sub> (m/s)	
Litotipo A	13	31	28,0	33,0	23,5	35,5	225	270	<b>C</b>
Litotipo C	8	68	27,0	37,0	18,0	57,0	186	284	<b>C</b>

Litotipo A = Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)

Litotipo C = Riempimento corpo banchina con materiale incoerente

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>111</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**b – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove di laboratorio d’interesse relative ai sondaggi lato banchina BH2, BH3, BH5, BH6, BH8, BH9, BH11 e BH12**

**(campagna BH2008 – lato banchina)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>112</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

## **LEGENDA ESPLICATIVA TABELLE E GRAFICI**

### Analisi granulometrica

G % = frazione ghiaiosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%];

S % = frazione sabbiosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%];

L % = frazione limosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%];

A % = frazione ghiaiosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%].

### Parametri fisici e limiti di Atterberg

$\gamma_{nat}$  = peso dell'unità di volume allo stato naturale, espresso in [kN/m<sup>3</sup>];

$W_n$  = contenuto d'acqua allo stato naturale, espresso in [%];

$\gamma_s$  = peso specifico dei granuli, espresso in [g/cm<sup>3</sup>];

LL = limite di liquidità, espresso in [%];

LP = limite di plasticità, espresso in [%];

IP = indice di plasticità, espresso in [%];

IC = indice di consistenza, [adim].

### Classifica Casagrande

C = Argille inorganiche;

L = Bassa compressibilità;

M = Limi inorganici;

I = Media compressibilità;

O = Argille e limi organici;

H = Alta compressibilità.

### Prova edometrica

$E_{ed}$  = modulo edometrico, espresso in [MPa];

$\sigma_{preconsolidaz}$  = pressione di consolidazione o di preconsolidazione, espressa in [kPa];

$\sigma'_{v0}$  = pressione litostatica efficace in posto, espressa in [kPa];

O.C.R. = grado di sovraconsolidazione, [adim].

### Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.) (prove triassiali consolidate-non drenate o consolidate-drenate)

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa];

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio, espresso in [°];

$c'$  = coesione efficace, espressa in [kPa].

### Pocket penetrometer

$R_p$  = resistenza alla punta, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>113</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

Prova ELL (prova di compressione ad espansione laterale libera)

$\sigma$  = pressione di rottura del provino, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Litotipo A = Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)
Litotipo B = Argille plioceniche di base
Litotipo C = Riempimento corpo banchina con materiale incoerente

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH2**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH2-R1	Chiaia con sabbia, di colore biancastro	LITOTIPO A	-18,00 ÷ -18,45	-18,225	rimaneggiato	62,0	35,2	2,1		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH2-R2	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-19,50 ÷ -19,95	-19,725	rimaneggiato	3,3	9,1	47,8	39,8	-	-	2,72	-	-	-	-	-
3	BH2-1	Argilla con limo, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri	LITOTIPO B	-20,40 ÷ -20,90	-20,650	indisturbato	0,2	4,4	45,2	50,2	19,7	26,3	2,73	60,8	22,3	38,5	0,90	CH
4	BH2-2	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro, con nuclei carboniosi nerastri	LITOTIPO B	-24,30 ÷ -24,80	-24,550	indisturbato	0,2	3,6	38,0	58,2	19,8	25,4	2,74	66,7	27,8	38,9	1,06	CH
5	BH2-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-28,00 ÷ -28,50	-28,250	indisturbato	0,0	4,0	42,8	53,2	19,8	25,7	2,73	69,2	26,4	42,8	1,02	CH
6	BH2-4	Limo con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri	LITOTIPO B	-31,60 ÷ -32,10	-31,850	indisturbato	0,0	4,6	49,7	45,7	19,9	22,1	2,74	60,8	26,0	34,8	1,11	CH
7	BH2-5	Argilla con limo, di colore grigio, con nuclei argillosi verdastri	LITOTIPO B	-35,60 ÷ -36,10	-35,850	indisturbato	0,0	3,1	33,3	63,6	20,1	24,1	2,74	72,8	32,2	40,6	1,20	CH
8	BH2-6	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro, con venature carboniose .....	LITOTIPO B	-39,40 ÷ -39,85	-39,625	indisturbato	0,0	3,6	21,8	74,6	20,1	23,8	2,74	69,4	38,1	31,3	1,46	MH o OH
9	BH2-7	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio intenso, con nuclei ....	LITOTIPO B	-43,10 ÷ -43,60	-43,350	indisturbato	0,0	9,6	56,4	34,0	20,3	22,7	2,73	46,6	31,2	15,4	1,55	MI o OI
10	BH2-8	Limo con argilla, di colore grigio-verdastro, con nuclei sabbiosi .....	LITOTIPO B	-47,00 ÷ -47,50	-47,250	indisturbato	0,2	4,8	55,3	39,7	20,5	21,3	2,73	43,0	23,8	19,2	1,13	CI

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH2-R1	Ghiaia con sabbia, di colore biancastro	LITOTIPO A	-18,00 ÷ -18,45	-18,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH2-R2	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-19,50 ÷ -19,95	-19,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH2-1	Argilla con limo, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri	LITOTIPO B	-20,40 ÷ -20,90	-20,650	15,49	285,3	234,0	1,22	-	20,0	35,0	343	171,7	280	140,0
4	BH2-2	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro, con nuclei carboniosi nerastri	LITOTIPO B	-24,30 ÷ -24,80	-24,550	16,04	324,1	273,0	1,19	235,7	22,0	38,0	504	251,8	644	322,0
5	BH2-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-28,00 ÷ -28,50	-28,250	17,70	335,9	310,0	1,08	-	-	-	402	201,0	630	315,0
6	BH2-4	Limo con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri	LITOTIPO B	-31,60 ÷ -32,10	-31,850	-	-	-	-	-	-	-	425	212,7	721	360,5
7	BH2-5	Argilla con limo, di colore grigio, con nuclei argillosi verdastri	LITOTIPO B	-35,60 ÷ -36,10	-35,850	-	-	-	-	-	-	-	565	282,7	840	420,0
8	BH2-6	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro, con venature carboniose .....	LITOTIPO B	-39,40 ÷ -39,85	-39,625	-	-	-	-	299,0	27,0	59,0	-	-	871	435,5
9	BH2-7	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio intenso, con nuclei ....	LITOTIPO B	-43,10 ÷ -43,60	-43,350	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	840	420,0
10	BH2-8	Limo con argilla, di colore grigio-verdastro, con nuclei sabbiosi .....	LITOTIPO B	-47,00 ÷ -47,50	-47,250	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1042	521,0

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH3**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH3-R1	Ghiaia con sabbia, di colore avana	LITOTIPO C	-1,50 ÷ -1,95	-1,725	rimaneggiato	54,4	44,2	1,4		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH3-R2	Ghiaia sabbiosa, di colore nerastro, con ciottoli eterometrici di $D_{max} = 2$ cm	LITOTIPO C	-5,00 ÷ -5,45	-5,225	rimaneggiato	84,7	14,4	0,9		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH3-R3	Sabbia ghiaiosa, di colore nerastro	LITOTIPO C	-6,00 ÷ -6,45	-6,225	rimaneggiato	12,7	85,7	1,6		-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH3-R4	Ghiaia con sabbia, di colore grigio	LITOTIPO C	-7,50 ÷ -7,95	-7,725	rimaneggiato	72,0	27,9	0,1		-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH3-R5	Ghiaia debolmente sabbiosa, di colore biancastro	LITOTIPO C	-10,50 ÷ -10,95	-10,725	rimaneggiato	89,7	9,5	0,8		-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH3-R6	Ghiaia di colore biancastro	LITOTIPO C	-12,00 ÷ -12,45	-12,225	rimaneggiato	99,0	0,4	0,6		-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH3-R7	Ghiaia debolmente sabbiosa, di colore biancastro	LITOTIPO C	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	rimaneggiato	93,1	6,8	0,1		-	-	-	-	-	-	-	-
8	BH3-R8	Ghiaia di colore biancastro	LITOTIPO C	-15,00 ÷ -15,45	-15,225	rimaneggiato	98,4	1,4	0,2		-	-	-	-	-	-	-	-
9	BH3-R9	Sabbia ghiaiosa con limo, di colore marrone	LITOTIPO A	-18,00 ÷ -18,45	-18,225	rimaneggiato	21,6	40,1	35,6	2,7	-	-	2,69	-	-	-	-	-
10	BH3-1	Limo con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-19,70 ÷ -20,10	-19,900	indisturbato	0,3	4,8	50,6	44,3	19,2	29,3	2,72	62,2	32,8	29,4	1,12	MH o OH
11	BH3-2	Argilla con limo, di colore grigio, con piccoli nuclei carboniosi .....	LITOTIPO B	-23,40 ÷ -23,80	-23,600	indisturbato	0,5	4,7	35,7	59,1	20,0	24,4	2,73	64,4	33,9	30,5	1,31	MH o OH
12	BH3-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-26,00 ÷ -26,50	-26,250	indisturbato	0,5	4,8	39,8	54,9	20,5	21,6	2,73	43,8	26,4	17,4	1,28	CI
13	BH3-4	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi .....	LITOTIPO B	-29,40 ÷ -29,95	-29,675	indisturbato	0,0	11,2	45,9	42,9	20,5	21,6	2,73	44,5	25,5	19,0	1,21	CI
14	BH3-5	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-33,50 ÷ -33,90	-33,700	indisturbato	0,0	4,9	28,9	66,2	20,6	21,0	2,73	48,6	24,0	24,6	1,12	CI
15	BH3-6	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-37,70 ÷ -38,20	-37,950	indisturbato	0,8	9,7	38,2	51,3	20,6	21,0	2,73	48,5	23,7	24,8	1,11	CI
16	BH3-7	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-40,00 ÷ -40,50	-40,250	indisturbato	0,6	7,5	51,3	40,6	20,7	20,5	2,73	40,2	23,2	17,0	1,16	CI



ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH3-R1	Ghiaia con sabbia, di colore avana	LITOTIPO C	-1,50 ÷ -1,95	-1,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH3-R2	Ghiaia sabbiosa, di colore nerastro, con ciottoli eterometrici di $D_{max} = 2$ cm	LITOTIPO C	-5,00 ÷ -5,45	-5,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH3-R3	Sabbia ghiaiosa, di colore nerastro	LITOTIPO C	-6,00 ÷ -6,45	-6,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH3-R4	Ghiaia con sabbia, di colore grigio	LITOTIPO C	-7,50 ÷ -7,95	-7,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH3-R5	Ghiaia debolmente sabbiosa, di colore biancastro	LITOTIPO C	-10,50 ÷ -10,95	-10,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH3-R6	Ghiaia di colore biancastro	LITOTIPO C	-12,00 ÷ -12,45	-12,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH3-R7	Ghiaia debolmente sabbiosa, di colore biancastro	LITOTIPO C	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	BH3-R8	Ghiaia di colore biancastro	LITOTIPO C	-15,00 ÷ -15,45	-15,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	BH3-R9	Sabbia ghiaiosa con limo, di colore marrone	LITOTIPO A	-18,00 ÷ -18,45	-18,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	BH3-1	Limo con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-19,70 ÷ -20,10	-19,900	17,27	169,2	227,0	0,75	307,7	15,0	139,0	317	158,5	198	99,0
11	BH3-2	Argilla con limo, di colore grigio, con piccoli nuclei carboniosi .....	LITOTIPO B	-23,40 ÷ -23,80	-23,600	22,35	325,5	264,0	1,23	-	20,0	98,0	549	274,5	343	171,5
12	BH3-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-26,00 ÷ -26,50	-26,250	-	-	-	-	317,3	24,0	55,0	578	289,2	828	414,0
13	BH3-4	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi .....	LITOTIPO B	-29,40 ÷ -29,95	-29,675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	936	468,0
14	BH3-5	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-33,50 ÷ -33,90	-33,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	913	456,5
15	BH3-6	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-37,70 ÷ -38,20	-37,950	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	975	487,5
16	BH3-7	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-40,00 ÷ -40,50	-40,250	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1020	510,0

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH5**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH5-R1	Ghiaia di colore biancastro	LITOTIPO A	-17,00 ÷ -17,45	-17,225	rimaneggiato	95,3	4,0	0,7		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH5-R2	Ghiaia sabbioso-limosa, debolmente argillosa, di colore avana	LITOTIPO A	-19,20 ÷ -19,65	-19,425	rimaneggiato	58,3	18,4	14,5	8,8	-	-	2,69	-	-	-	-	-
3	BH5-1	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio. Fossilifero	LITOTIPO B	-21,20 ÷ -21,67	-21,435	indisturbato	0,4	11,7	47,1	40,8	20,5	21,5	2,73	60,5	26,9	33,6	1,16	CH
4	BH5-2	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-25,20 ÷ -25,60	-25,400	indisturbato	0,3	4,7	32,3	62,7	20,5	21,6	2,74	59,9	25,8	34,1	1,12	CH
5	BH5-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-29,30 ÷ -29,70	-29,500	indisturbato	0,0	1,5	25,3	73,2	20,5	19,9	2,74	58,8	26,4	32,4	1,20	CH
6	BH5-4	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-35,40 ÷ -35,60	-35,500	indisturbato	0,6	14,2	48,4	36,8	20,5	21,6	2,73	46,5	23,7	22,8	1,09	CI
7	BH5-5	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-41,90 ÷ -42,25	-42,075	indisturbato	0,5	8,6	27,9	63,0	20,5	21,6	2,73	43,6	25,7	17,9	1,23	CI
8	BH5-6	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-48,10 ÷ -48,50	-48,300	indisturbato	0,6	11,1	44,0	44,3	20,6	20,7	2,73	44,7	25,3	19,4	1,24	CI

ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
					$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
BH5-R1	Ghiaia di colore biancastro	LITOTIPO A	-17,00 ÷ -17,45	-17,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BH5-R2	Ghiaia sabbioso-limosa, debolmente argillosa, di colore avana	LITOTIPO A	-19,20 ÷ -19,65	-19,425	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BH5-1	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio. Fossilifero	LITOTIPO B	-21,20 ÷ -21,67	-21,435	20,98	403,8	242,0	1,67	241,7	20,0	42,0	490	245,2	779	389,5
BH5-2	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-25,20 ÷ -25,60	-25,400	-	-	-	-	-	21,0	54,0	588	294,0	837	418,5
BH5-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-29,30 ÷ -29,70	-29,500	16,20	388,1	323,0	1,20	-	-	-	422	210,8	850	425,0
BH5-4	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-35,40 ÷ -35,60	-35,500	-	-	-	-	-	-	-	539	269,7	912	456,0
BH5-5	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-41,90 ÷ -42,25	-42,075	29,30	460,4	449,0	1,03	-	-	-	582	291,0	855	427,5
BH5-6	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-48,10 ÷ -48,50	-48,300	-	-	-	-	273,0	20,0	65,0	588	294,0	902	451,0

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH6**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH6-R1	Ghiaia con sabbia, di colore grigio-marrone chiaro, con elementi litici ....	LITOTIPO C	-1,50 ÷ -1,95	-1,725	rimaneggiato	59,1	40,3	0,6		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH6-R2	Ghiaia con sabbia, di colore grigio, con elementi litici di $D_{max} = 3$ cm	LITOTIPO C	-3,00 ÷ -3,45	-3,225	rimaneggiato	60,3	38,5	1,2		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH6-R3	Ghiaia con sabbia, di colore grigio, con elementi litici di $D_{max} = 8$ mm	LITOTIPO C	-4,50 ÷ -4,95	-4,725	rimaneggiato	66,9	31,4	1,7		-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH6-R4	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} < 1$ cm	LITOTIPO C	-6,00 ÷ -6,45	-6,225	rimaneggiato	73,5	25,4	1,1		-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH6-R5	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} < 1$ cm	LITOTIPO C	-7,50 ÷ -7,95	-7,725	rimaneggiato	73,3	25,6	1,1		-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH6-R6	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} < 1$ cm	LITOTIPO C	-9,00 ÷ -9,45	-9,225	rimaneggiato	69,3	29,0	1,7		-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH6-R7	Ghiaia debolmente limosa con sabbia, di colore grigio chiaro	LITOTIPO C	-12,00 ÷ -12,45	-12,225	rimaneggiato	53,5	41,0	5,5		-	-	-	-	-	-	-	-
8	BH6-1	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	indisturbato	0,7	10,4	32,9	56,0	19,5	27,1	2,73	52,2	27,7	24,5	1,03	CH
9	BH6-2	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-17,60 ÷ -18,05	-17,825	indisturbato	1,0	13,7	37,0	48,3	19,7	24,0	2,73	50,9	26,1	24,8	1,08	CH
10	BH6-3	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, con sottili venature nerastre	LITOTIPO B	-21,10 ÷ -21,60	-21,350	indisturbato	0,8	13,8	43,2	42,2	20,3	21,5	2,73	48,4	25,2	23,2	1,16	CI
11	BH6-4	Argilla limoso sabbiosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-25,10 ÷ -25,60	-25,350	indisturbato	0,7	12,8	24,6	61,9	20,3	22,7	2,73	43,5	24,3	19,2	1,08	CI
12	BH6-5	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-30,50 ÷ -30,85	-30,675	indisturbato	0,0	4,4	25,3	70,3	20,5	21,8	2,74	54,5	27,0	27,5	1,19	CH
13	BH6-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-36,60 ÷ -36,95	-36,775	indisturbato	0,8	13,0	37,8	48,4	20,6	21,0	2,73	45,9	25,4	20,5	1,21	CI

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH6-R1	Ghiaia con sabbia, di colore grigio-marrone chiaro, con elementi litici ....	LITOTIPO C	-1,50 ÷ -1,95	-1,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH6-R2	Ghiaia con sabbia, di colore grigio, con elementi litici di $D_{max} = 3$ cm	LITOTIPO C	-3,00 ÷ -3,45	-3,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH6-R3	Ghiaia con sabbia, di colore grigio, con elementi litici di $D_{max} = 8$ mm	LITOTIPO C	-4,50 ÷ -4,95	-4,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH6-R4	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} < 1$ cm	LITOTIPO C	-6,00 ÷ -6,45	-6,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH6-R5	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} < 1$ cm	LITOTIPO C	-7,50 ÷ -7,95	-7,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH6-R6	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} < 1$ cm	LITOTIPO C	-9,00 ÷ -9,45	-9,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH6-R7	Ghiaia debolmente limosa con sabbia, di colore grigio chiaro	LITOTIPO C	-12,00 ÷ -12,45	-12,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	BH6-1	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	-	-	-	-	-	-	461	230,5	384	192,0	
9	BH6-2	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-17,60 ÷ -18,05	-17,825	13,46	270,8	206,0	1,31	-	25,0	45,0	484	242,0	390	195,0
10	BH6-3	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, con sottili venature nerastre	LITOTIPO B	-21,10 ÷ -21,60	-21,350	23,77	408,7	241,0	1,70	352,0	26,0	35,0	458	228,8	678	339,0
11	BH6-4	Argilla limoso sabbiosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-25,10 ÷ -25,60	-25,350	19,85	370,4	281,0	1,32	-	-	-	569	284,3	759	379,5
12	BH6-5	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-30,50 ÷ -30,85	-30,675	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	771	385,5
13	BH6-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-36,60 ÷ -36,95	-36,775	-	-	-	-	-	-	-	441	220,5	924	462,0

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH8**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH8-R1	Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore grigio	LITOTIPO B	-19,00 ÷ -19,45	-19,225	rimaneggiato	0,6	8,1	72,5	18,8	-	-	2,72	-	-	-	-	-
2	BH8-1	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-20,20 ÷ -20,65	-20,425	indisturbato	0,8	7,6	34,3	57,3	19,4	26,6	2,73	82,1	27,5	54,6	1,02	CH
3	BH8-2	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-24,30 ÷ -24,75	-24,525	indisturbato	0,8	8,5	41,4	49,3	19,6	22,0	2,73	76,4	23,8	52,6	1,03	CH
4	BH8-3	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio. Fossilifero	LITOTIPO B	-28,40 ÷ -28,80	-28,600	indisturbato	0,0	9,4	46,6	44,0	20,5	21,3	2,73	67,5	23,1	44,4	1,04	CH
5	BH8-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-31,30 ÷ -31,70	-31,500	indisturbato	0,0	7,0	44,0	49,0	20,5	21,6	2,73	61,0	23,1	37,9	0,98	CH
6	BH8-5	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,60 ÷ -37,95	-37,775	indisturbato	0,8	10,6	34,7	53,9	20,5	21,7	2,73	81,6	35,2	46,4	1,29	CH
7	BH8-6	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-42,90 ÷ -43,40	-43,150	indisturbato	1,1	15,7	46,2	37,0	20,5	19,1	2,72	63,1	24,6	38,5	1,14	CH
8	BH8-7	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-48,20 ÷ -48,65	-48,425	indisturbato	1,7	15,2	51,8	31,3	20,6	18,9	2,72	65,5	20,6	44,9	1,04	CH

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH8-R1	Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore grigio	LITOTIPO B	-19,00 ÷ -19,45	-19,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH8-1	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-20,20 ÷ -20,65	-20,425	9,17	405,1	232,0	1,75	-	19,0	51,0	526	263,0	621	310,5
3	BH8-2	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-24,30 ÷ -24,75	-24,525	17,82	487,5	273,0	1,79	-	-	-	579	289,3	779	389,5
4	BH8-3	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio. Fossilifero	LITOTIPO B	-28,40 ÷ -28,80	-28,600	-	-	-	-	237,0	19,0	44,0	517	258,3	804	402,0
5	BH8-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-31,30 ÷ -31,70	-31,500	-	-	-	-	-	23,0	52,0	588	294,0	863	431,5
6	BH8-5	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,60 ÷ -37,95	-37,775	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	872	436,0
7	BH8-6	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-42,90 ÷ -43,40	-43,150	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	881	440,5
8	BH8-7	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-48,20 ÷ -48,65	-48,425	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	915	457,5



**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH9**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH9-R2	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici a spigoli vivi	LITOTIPO C	-3,00 ÷ -3,45	-3,225	rimaneggiato	65,3	33,9	0,8		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH9-R3	Ghiaia con sabbia, di colore avana chiaro	LITOTIPO C	-4,50 ÷ -4,95	-4,725	rimaneggiato	69,8	28,8	1,4		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH9-R4	Ghiaia sabbiosa, di colore marrone chiaro	LITOTIPO C	-6,00 ÷ -6,45	-6,225	rimaneggiato	74,8	24,6	0,6		-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH9-R5	Sabbia ghiaiosa, di colore marrone	LITOTIPO C	-7,50 ÷ -7,95	-7,725	rimaneggiato	21,1	77,2	1,7		-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH9-R6	Ghiaia sabbiosa, di colore marrone scuro	LITOTIPO C	-9,00 ÷ -9,45	-9,225	rimaneggiato	83,7	13,0	3,3		-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH9-R7	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici a spigoli vivi	LITOTIPO C	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	rimaneggiato	69,5	28,9	1,6		-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH9-1	Argilla limoso-sabbiosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-15,60 ÷ -16,00	-15,800	indisturbato	1,9	12,1	4,8	61,2	19,0	31,3	2,72	75,3	32,1	43,2	1,02	CH
8	BH9-2	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, con venature di colore arancio	LITOTIPO B	-18,40 ÷ -18,85	-18,625	indisturbato	1,6	17,2	47,7	33,5	19,6	25,1	2,70	63,2	27,9	35,3	1,08	CH
9	BH9-3	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-21,30 ÷ -21,80	-21,550	indisturbato	0,8	10,2	33,0	56,0	19,9	24,8	2,72	60,0	27,6	32,4	1,09	CH
10	BH9-4	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-24,10 ÷ -24,50	-24,300	indisturbato	0,8	12,0	45,5	41,7	20,5	21,8	2,73	60,6	24,5	36,1	1,07	CH
11	BH9-5	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-27,00 ÷ -27,50	-27,250	indisturbato	0,9	13,8	47,5	37,8	20,6	19,4	2,73	57,0	23,5	33,5	1,12	CH
12	BH9-6	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-29,80 ÷ -30,20	-30,000	indisturbato	0,5	10,9	41,9	46,7	20,6	21,0	2,73	47,3	23,4	23,9	1,10	CI
13	BH9-7	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-32,50 ÷ -33,05	-32,775	indisturbato	0,0	7,9	34,6	57,5	20,6	21,0	2,73	85,0	36,4	48,6	1,32	CH
14	BH9-8	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-35,40 ÷ -35,90	-35,650	indisturbato	1,2	12,0	41,4	45,4	20,6	20,8	2,72	58,4	28,7	29,7	1,27	CH
15	BH9-9	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-38,20 ÷ -38,55	-38,375	indisturbato	0,0	10,2	41,1	48,7	20,6	21,0	2,73	57,1	32,2	24,9	1,45	MH o OH
16	BH9-10	Limo con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-39,70 ÷ -40,20	-39,950	indisturbato	0,0	3,9	50,3	45,8	20,7	21,0	2,73	50,9	25,4	25,5	1,17	CH

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH9-R2	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici a spigoli vivi	LITOTIPO C	-3,00 ÷ -3,45	-3,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH9-R3	Ghiaia con sabbia, di colore avana chiaro	LITOTIPO C	-4,50 ÷ -4,95	-4,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH9-R4	Ghiaia sabbiosa, di colore marrone chiaro	LITOTIPO C	-6,00 ÷ -6,45	-6,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH9-R5	Sabbia ghiaiosa, di colore marrone	LITOTIPO C	-7,50 ÷ -7,95	-7,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH9-R6	Ghiaia sabbiosa, di colore marrone scuro	LITOTIPO C	-9,00 ÷ -9,45	-9,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH9-R7	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici a spigoli vivi	LITOTIPO C	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH9-1	Argilla limoso-sabbiosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-15,60 ÷ -16,00	-15,800	12,78	317,0	186,0	1,70	-	15,0	40,0	369	184,5	180	90,0
8	BH9-2	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, con venatore di colore arancio	LITOTIPO B	-18,40 ÷ -18,85	-18,625	23,02	369,7	214,0	1,73	-	-	-	418	209,2	600	300,0
9	BH9-3	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-21,30 ÷ -21,80	-21,550	-	-	-	-	230,3	20,0	38,0	572	286,0	738	369,0
10	BH9-4	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-24,10 ÷ -24,50	-24,300	-	-	-	-	-	18,0	53,0	572	286,0	741	370,5
11	BH9-5	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-27,00 ÷ -27,50	-27,250	21,65	542,6	300,0	1,81	-	-	-	539	269,7	754	377,0
12	BH9-6	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-29,80 ÷ -30,20	-30,000	-	-	-	-	-	-	-	500	250,0	790	395,0
13	BH9-7	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-32,50 ÷ -33,05	-32,775	-	-	-	-	-	-	-	585	292,5	996	498,0
14	BH9-8	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-35,40 ÷ -35,90	-35,650	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1001	500,5
15	BH9-9	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-38,20 ÷ -38,55	-38,375	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1336	668,0
16	BH9-10	Limo con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-39,70 ÷ -40,20	-39,950	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1400	700,0

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH11**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH11-R1	Sabbia limosa con ghiaia di colore grigio, con elementi litici a spigoli vivi	LITOTIPO A	-20,00 ÷ -20,45	-20,225	rimaneggiato	31,7	51,5	16,6	0,2	-	-	2,68	-	-	-	-	-
2	BH11-R2	Sabbia limoso-ghiaiosa con argilla, di colore marrone verdastro	LITOTIPO A	-20,50 ÷ -20,95	-20,725	rimaneggiato	13,6	42,3	19,1	25,0	-	-	2,69	-	-	-	-	-
3	BH11-1	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore verdastro, con venature argillose ...	LITOTIPO B	-21,00 ÷ -21,50	-21,250	indisturbato	2,0	5,7	33,5	58,8	19,5	27,3	2,72	61,2	28,4	32,8	1,03	CH
4	BH11-2	Argilla con limo, di colore verdastro, con venature argillose di colore grigio ....	LITOTIPO B	-23,60 ÷ -24,07	-23,835	indisturbato	0,0	3,3	41,2	55,5	19,4	28,0	2,73	66,9	34,8	32,1	1,21	MH o OH
5	BH11-3	Limo con argilla, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-27,10 ÷ -27,50	-27,300	indisturbato	0,0	3,6	54,9	41,5	20,5	21,6	2,73	43,2	25,5	17,7	1,22	CI
6	BH11-4	Limo con argilla, di colore grigio-verdastro, con millimetriche lenti .....	LITOTIPO B	-31,00 ÷ -31,40	-31,200	indisturbato	0,0	3,0	59,0	38,0	20,6	21,0	2,73	57,0	20,7	36,3	0,99	CH
7	BH11-5	Limo con argilla di colore grigio	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,35	-35,175	indisturbato	0,0	2,0	53,1	44,9	20,6	20,8	2,73	39,7	22,1	17,6	1,07	CI
8	BH11-6	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-38,80 ÷ -39,10	-38,950	indisturbato	0,0	2,9	47,0	50,1	20,6	21,0	2,73	47,8	24,3	23,5	1,14	CI
9	BH11-7	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-42,60 ÷ -43,05	-42,825	indisturbato	0,0	1,7	42,4	55,9	20,7	20,5	2,73	48,6	25,4	23,2	1,21	CI
10	BH11-8	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-46,20 ÷ -46,65	-46,425	indisturbato	0,0	2,9	41,9	55,2	20,7	20,5	2,73	50,2	25,9	24,3	1,22	CH
11	BH11-9	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-49,20 ÷ -49,65	-49,425	indisturbato	0,0	1,8	40,9	57,3	20,7	20,6	2,73	54,5	27,0	27,5	1,23	CH

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH11-R1	Sabbia limosa con ghiaia di colore grigio, con elementi litici a spigoli vivi	LITOTIPO A	-20,00 ÷ -20,45	-20,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH11-R2	Sabbia limoso-ghiaiosa con argilla, di colore marrone verdastro	LITOTIPO A	-20,50 ÷ -20,95	-20,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH11-1	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore verdastro, con venature argillose ...	LITOTIPO B	-21,00 ÷ -21,50	-21,250	11,30	261,8	240,0	1,09	150,0	15,0	38,0	275	137,3	230	115,0
4	BH11-2	Argilla con limo, di colore verdastro, con venature argillose di colore grigio ....	LITOTIPO B	-23,60 ÷ -24,07	-23,835	11,45	415,8	266,0	1,56	-	15,0	55,0	343	171,7	261	130,5
5	BH11-3	Limo con argilla, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-27,10 ÷ -27,50	-27,300	-	-	-	-	-	-	-	425	212,3	885	442,5
6	BH11-4	Limo con argilla, di colore grigio-verdastro, con millimetriche lenti .....	LITOTIPO B	-31,00 ÷ -31,40	-31,200	34,29	571,0	340,0	1,68	-	-	-	441	220,5	1133	566,5
7	BH11-5	Limo con argilla di colore grigio	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,35	-35,175	37,36	465,8	380,0	1,23	-	-	-	585	292,5	1159	579,5
8	BH11-6	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-38,80 ÷ -39,10	-38,950	-	-	-	-	-	23,0	129,0	588	294,0	1507	753,5
9	BH11-7	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-42,60 ÷ -43,05	-42,825	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1479	739,5
10	BH11-8	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-46,20 ÷ -46,65	-46,425	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1509	754,5
11	BH11-9	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-49,20 ÷ -49,65	-49,425	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1530	765,0

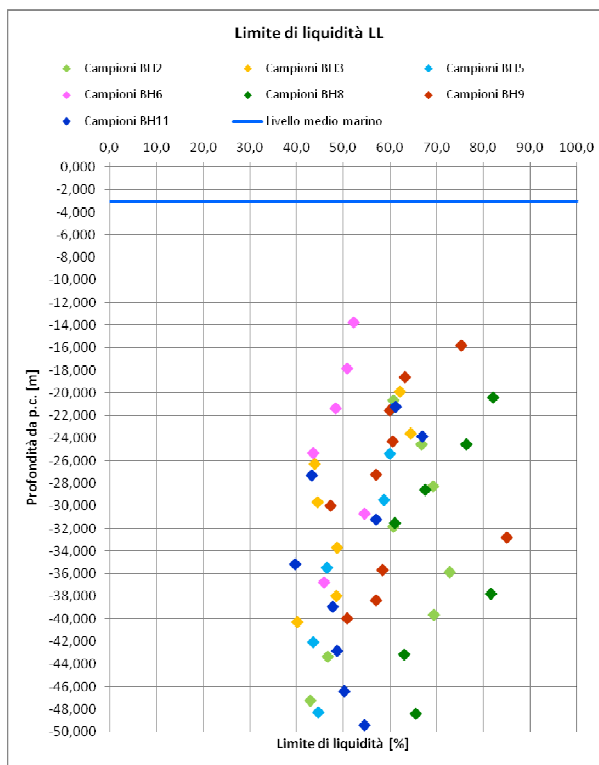
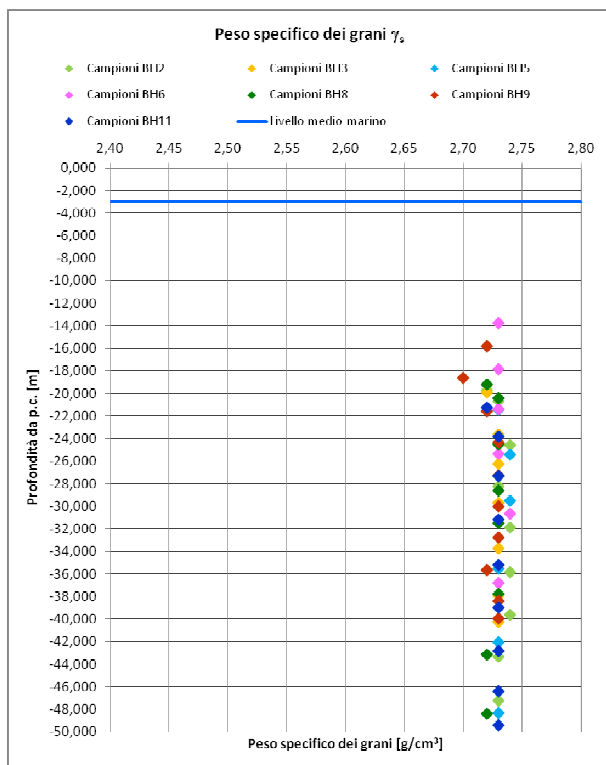
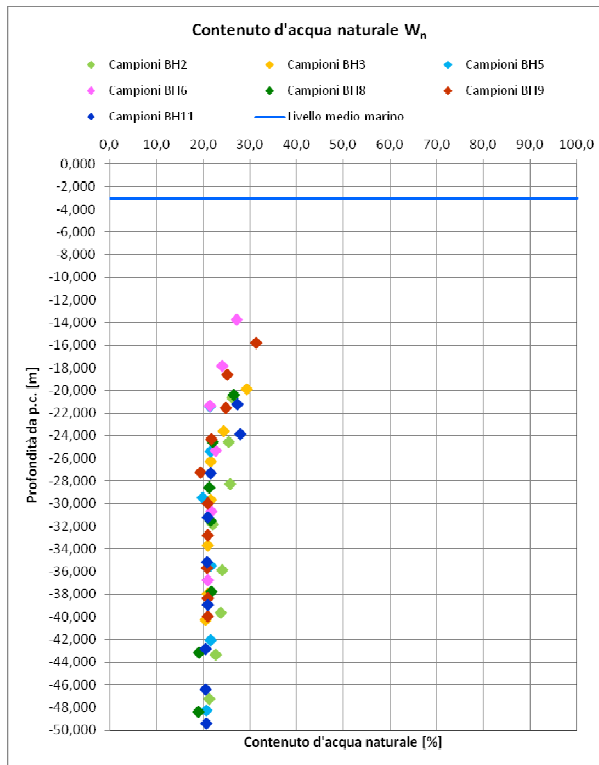
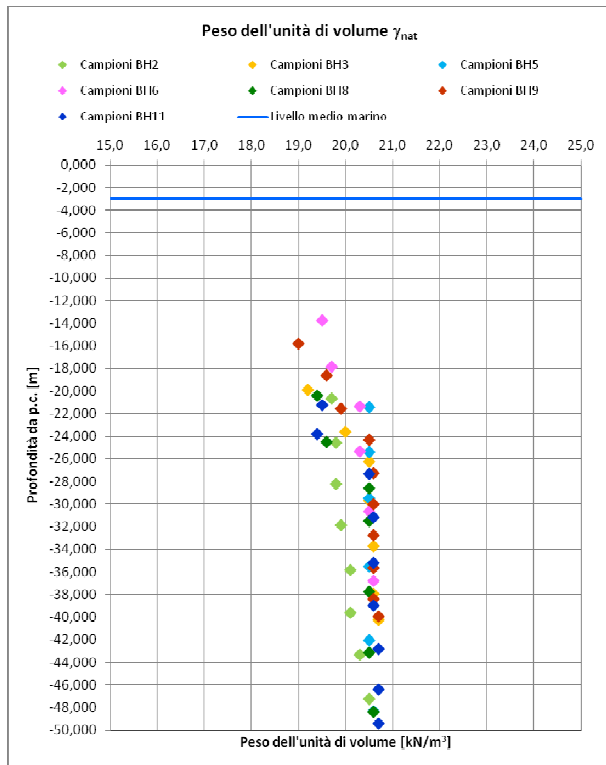
**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH12**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH12-R1	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} = 5$ cm	LITOTIPO C	-7,00 ÷ -7,45	-7,225	rimaneggiato	69,1	30,9	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH12-R2	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} = 5$ cm	LITOTIPO C	-9,00 ÷ -9,45	-9,225	rimaneggiato	73,3	26,6	0,1		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH12-R3	Ghiaia in abbondante matrice sabbiosa, di colore grigio chiaro, con elementi litici ...	LITOTIPO C	-10,00 ÷ -10,45	-10,225	rimaneggiato	46,4	52,8	0,8		-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH12-R4	Ghiaia debolmente limosa con sabbia, di colore vinaccia, con elementi litici ...	LITOTIPO C	-12,00 ÷ -12,45	-12,225	rimaneggiato	55,4	38,7	5,9		-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH12-R5	Sabbia, di colore avana, con rari ciottoli di $D_{max} = 3,5$ cm	LITOTIPO C	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	rimaneggiato	3,1	93,6	3,3		-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH12-R6	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} = 3,5$ cm	LITOTIPO C	-14,80 ÷ -15,25	-15,025	rimaneggiato	63,5	36,2	0,3		-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH12-1	Sabbia argillosa, debolmente ghiaiosa, con limo, di colore marrone .....	LITOTIPO A	-17,10 ÷ -17,20	-17,150	indisturbato	9,6	47,0	32,6	10,8	-	-	2,69	-	-	-	-	-
8	BH12-2	Argilla sabbiosa con limo, di colore olivastro, con venature argillose ....	LITOTIPO A	-20,50 ÷ -20,53	-20,515	indisturbato	4,8	16,4	32,6	46,2	-	-	2,71	-	-	-	-	-
9	BH12-3	Sabbia argillosa, debolmente ghiaiosa, con limo, di colore marrone .....	LITOTIPO A	-23,00 ÷ -23,10	-23,050	indisturbato	6,6	39,6	30,3	23,5	-	-	2,71	-	-	-	-	-
10	BH12-4	Limo con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri .....	LITOTIPO B	-26,80 ÷ -26,92	-26,860	indisturbato	0,0	4,8	52,4	42,8	-	-	2,73	-	-	-	-	-
11	BH12-5	Limo con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri .....	LITOTIPO B	-30,00 ÷ -30,10	-30,050	indisturbato	0,0	3,2	55,5	41,3	-	-	2,73	-	-	-	-	-
12	BH12-6	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-33,00 ÷ -33,10	-33,050	indisturbato	0,9	6,4	50,3	42,4	-	-	2,73	-	-	-	-	-
13	BH12-7	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-36,70 ÷ -36,80	-36,750	indisturbato	0,0	7,2	53,4	39,4	-	-	2,72	-	-	-	-	-
14	BH12-8	Limo con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-39,40 ÷ -39,50	-39,450	indisturbato	0,0	3,8	48,3	47,9	-	-	2,73	-	-	-	-	-

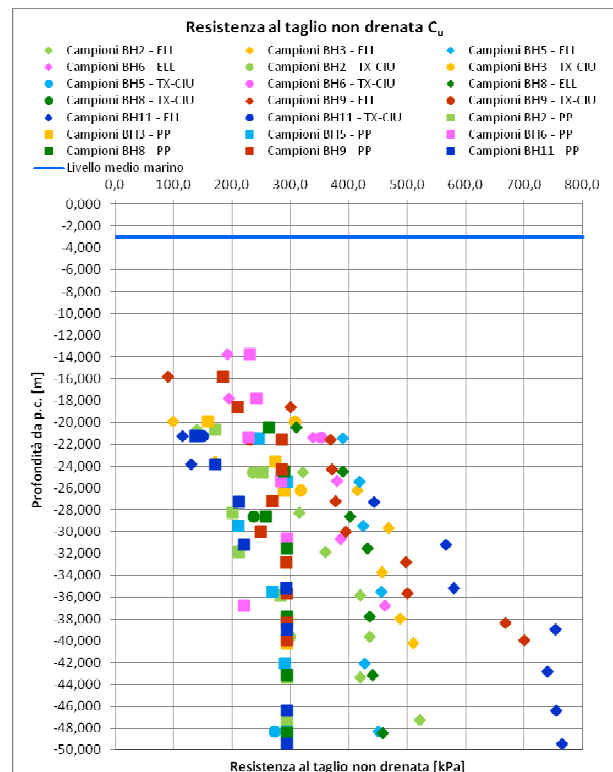
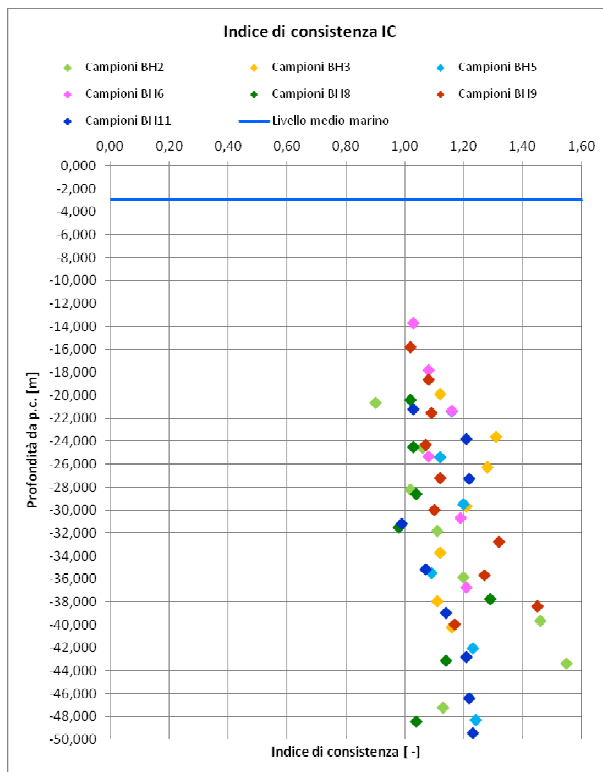
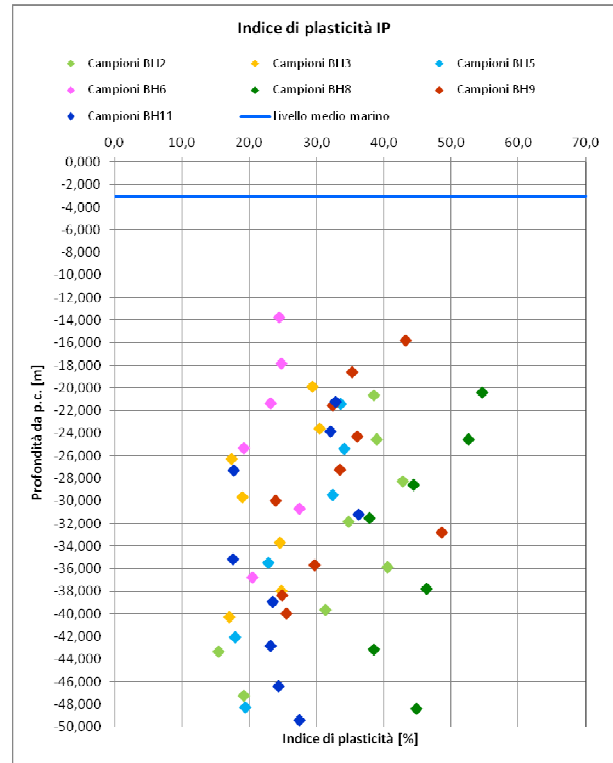
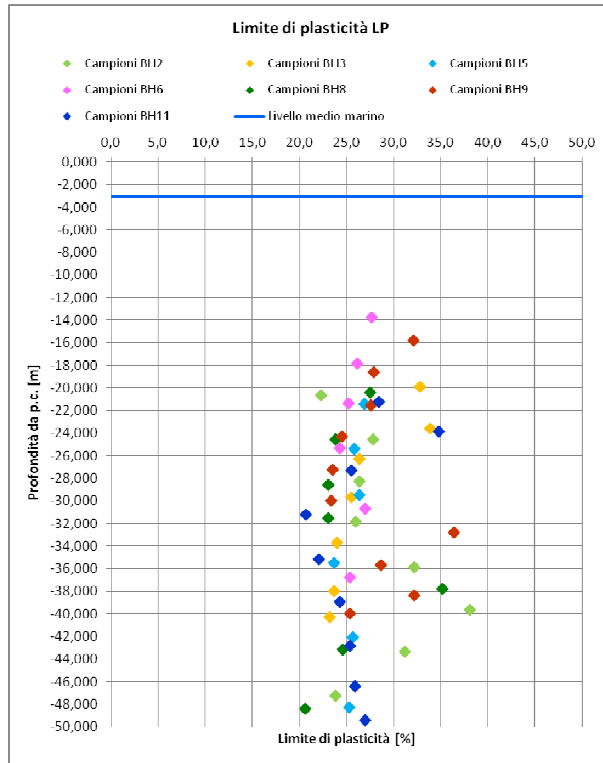
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH12-R1	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} = 5$ cm	LITOTIPO C	-7,00 ÷ -7,45	-7,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH12-R2	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} = 5$ cm	LITOTIPO C	-9,00 ÷ -9,45	-9,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH12-R3	Ghiaia in abbondante matrice sabbiosa, di colore grigio chiaro, con elementi litici ...	LITOTIPO C	-10,00 ÷ -10,45	-10,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH12-R4	Ghiaia debolmente limosa con sabbia, di colore vinaccia, con elementi litici ...	LITOTIPO C	-12,00 ÷ -12,45	-12,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	BH12-R5	Sabbia, di colore avana, con rari ciottoli di $D_{max} = 3,5$ cm	LITOTIPO C	-13,50 ÷ -13,95	-13,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	BH12-R6	Ghiaia con sabbia, di colore grigio chiaro, con elementi litici di $D_{max} = 3,5$ cm	LITOTIPO C	-14,80 ÷ -15,25	-15,025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BH12-1	Sabbia argillosa, debolmente ghiaiosa, con limo, di colore marrone .....	LITOTIPO A	-17,10 ÷ -17,20	-17,150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	BH12-2	Argilla sabbiosa con limo, di colore olivastro, con venature argillose ....	LITOTIPO A	-20,50 ÷ -20,53	-20,515	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	BH12-3	Sabbia argillosa, debolmente ghiaiosa, con limo, di colore marrone .....	LITOTIPO A	-23,00 ÷ -23,10	-23,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	BH12-4	Limo con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri .....	LITOTIPO B	-26,80 ÷ -26,92	-26,860	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	BH12-5	Limo con argilla, di colore grigio, con nuclei carboniosi nerastri .....	LITOTIPO B	-30,00 ÷ -30,10	-30,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	BH12-6	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio-verdastro	LITOTIPO B	-33,00 ÷ -33,10	-33,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	BH12-7	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-36,70 ÷ -36,80	-36,750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	BH12-8	Limo con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-39,40 ÷ -39,50	-39,450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

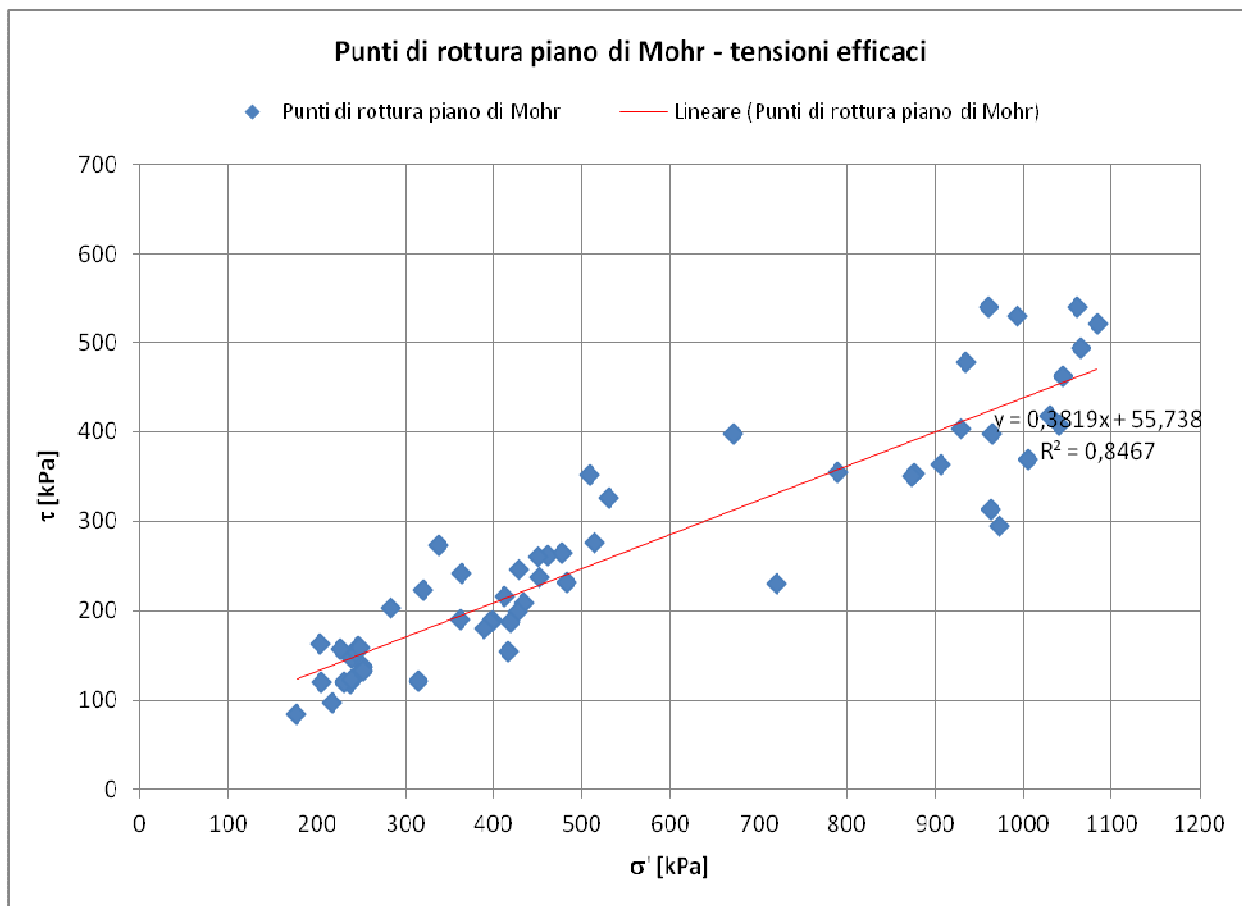
N.B. i campioni prelevati nel sondaggio BH12 sono stati sottoposti soltanto ad analisi granulometriche e determinazione del peso specifico dei granuli.



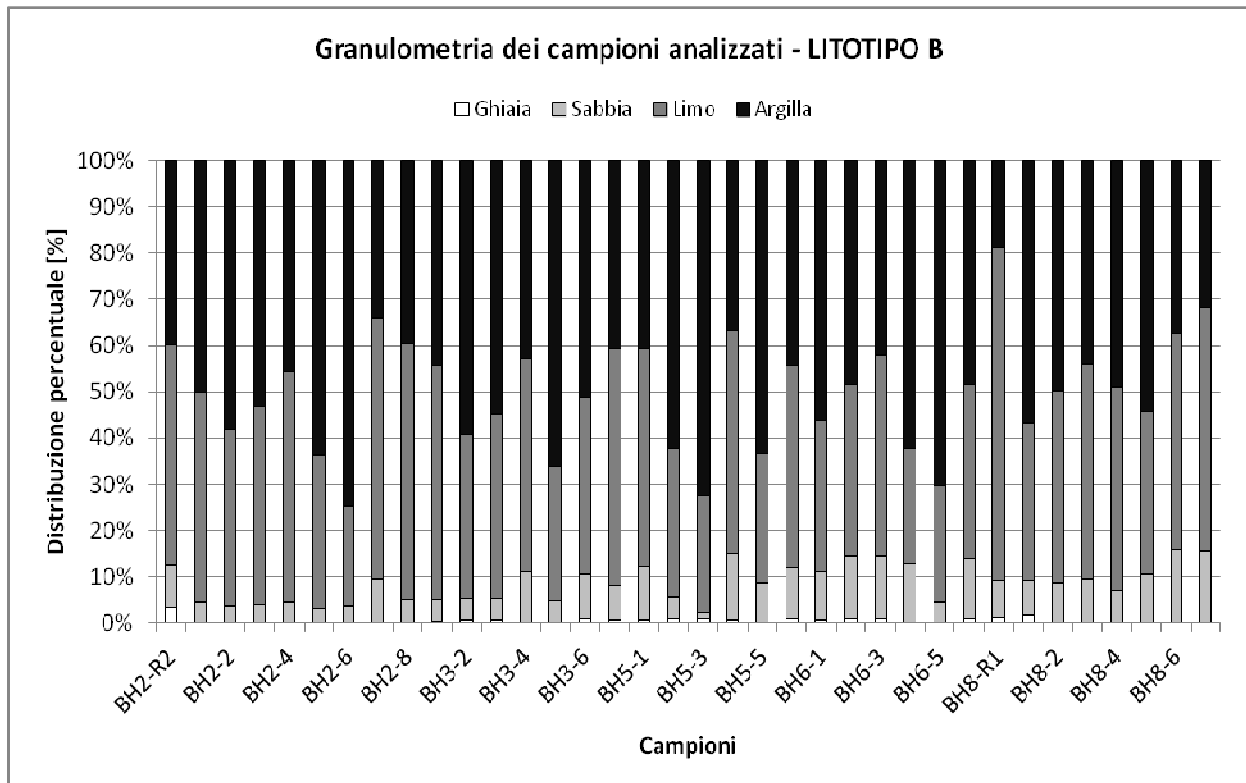
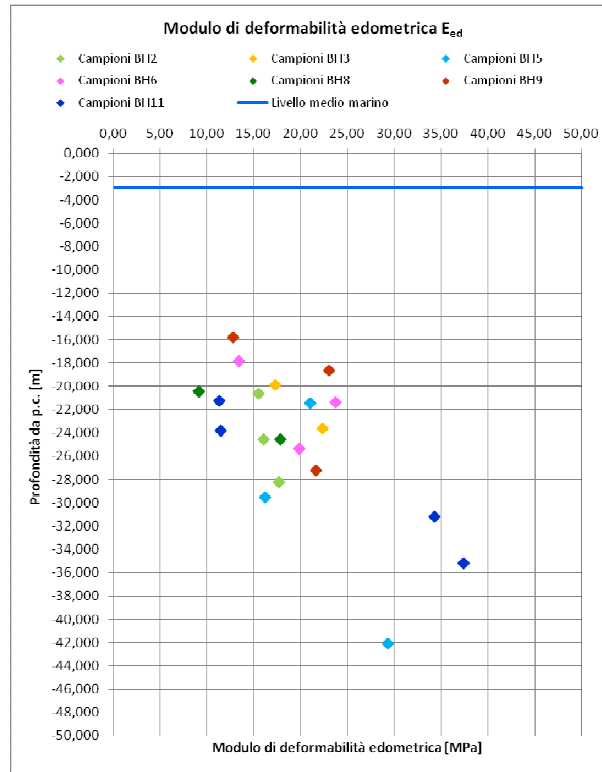


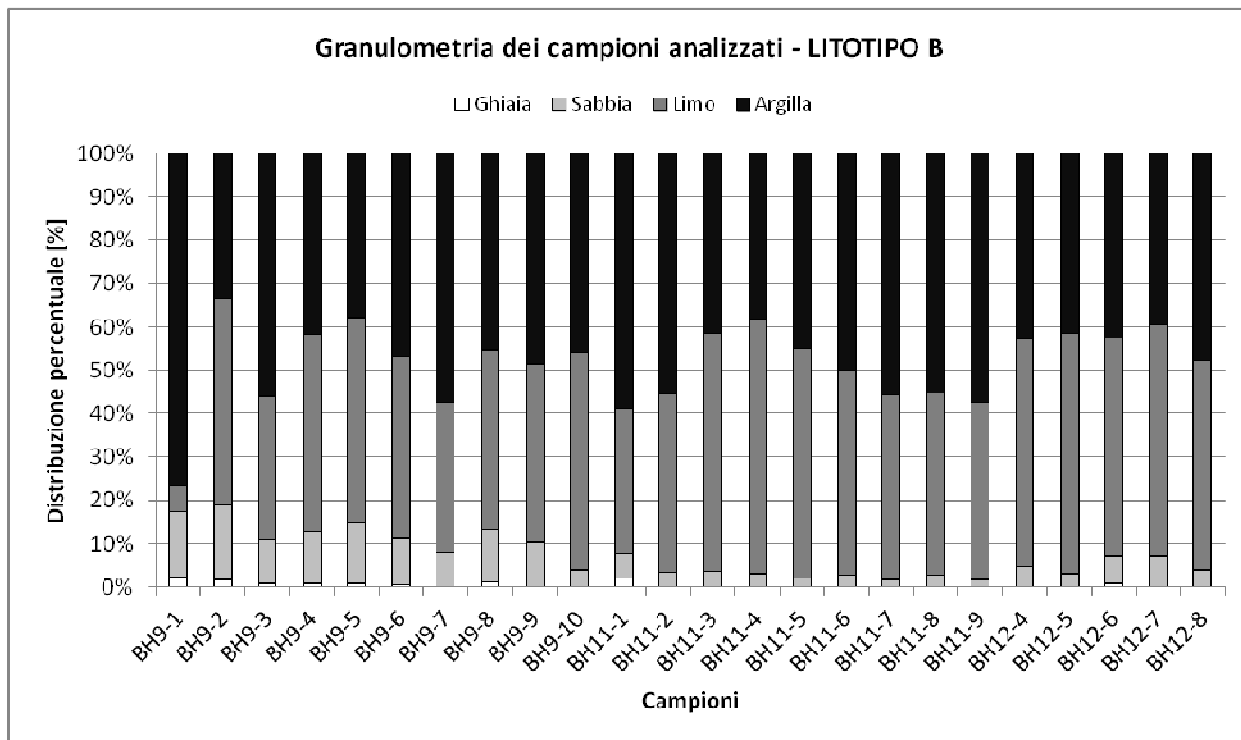






tg $\varphi$	$\varphi$ [rad]	$\varphi$ [°]	c'		$\varphi$ [°]	c'	
<b>0,3819</b>	0,3648	20,9	<b>55,7</b>	da calcolo	<b>21,0</b>	<b>55,0</b>	valori arrotondati





	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>135</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 2 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove (in situ e di laboratorio) d’interesse relative ai sondaggi BH1, BH4, BH7, BH10 (campagna BH2008 – lato mare)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>136</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 2a – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove SPT  
d’interesse relative ai sondaggi lato mare BH1, BH4, BH7, BH10**

**(campagna BH2008 – lato mare)**

**ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**

**PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato mare)**

**TABELLA 1 - RISULTATI PROVE SCPT ED EVENTUALE CORREZIONE PER CORRELAZIONI SPT E/O RISULTATI PROVE SPT**

ID Prova	Tipo di prova SCPT / SPT	Descrizione sintetica del terreno	SCPT (punta chiusa) o SPT (campionatore Raymond)				Coefficiente correttivo SCPT-SPT C <sub>r</sub> (adim)	Correzione N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)
			N <sub>1_campo</sub> (colpi)	N <sub>2_campo</sub> (colpi)	N <sub>3_campo</sub> (colpi)	N <sub>campo</sub> (colpi/30 cm)		
BH1-SPT1	SPT	Litotipo A	6	5	7	12	1,00	12
BH1-SPT2	SPT	Litotipo A	24	23	22	45	1,00	45
BH4-SPT1	SPT	Litotipo A	7	10	16	26	1,00	26
BH4-SPT2	SPT	Litotipo A	6	10	14	24	1,00	24
BH4-SPT3	SPT	Litotipo A	40	42	42	84	1,00	84
BH7-SPT1	SPT	Litotipo A	15	17	10	27	1,00	27
BH10-SPT1	SPT	Litotipo A	7	9	12	21	1,00	21
BH10-SPT2	SPT	Litotipo A	5	9	17	26	1,00	26

**ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**

**PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato mare)**

**TABELLA 2 - RISULTATI PROVE SPT E CORREZIONE IN FUNZIONE DELLA PROFONDITA' DI PROVA**

ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Peso unità di volume del terreno γ (kN/m <sup>3</sup> )	Profondità prova dal p.c. z (m)	Profondità falda dal p.c. z <sub>w</sub> (m)	Peso unità di volume dell'acqua γ <sub>w</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	Pressione litostatica efficace σ' <sub>v</sub> (kPa)	N <sub>SPT</sub> (colpi/30 cm)	N <sub>SPTcorretto</sub> (colpi/30 cm)
BH1-SPT1	Litotipo A	18,0	1,00	0,00	10,0	8,00	12	12
BH1-SPT2	Litotipo A	18,0	2,50	0,00	10,0	20,00	45	45
BH4-SPT1	Litotipo A	18,0	1,00	0,00	10,0	8,00	26	26
BH4-SPT2	Litotipo A	18,0	2,00	0,00	10,0	16,00	24	24
BH4-SPT3	Litotipo A	18,0	3,00	0,00	10,0	24,00	84	84
BH7-SPT1	Litotipo A	18,0	1,00	0,00	10,0	8,00	27	27
BH10-SPT1	Litotipo A	18,0	0,00	0,00	10,0	0,00	21	21
BH10-SPT2	Litotipo A	18,0	2,20	0,00	10,0	17,60	26	26

Prove SPT corrette secondo:

Liao e Whitman (1985):

$$N_{SPTcorretto} = 10 \cdot \left( \frac{1}{\sigma'_v} \right)^{0.5} \cdot N_{SPT}$$

se σ'<sub>v</sub> > 100 kPa



ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO									
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato mare)									
TABELLA 3 - CORRELAZIONE DIRETTA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO $\phi'$ (TERRENI INCOERENTI)									
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	$N_{SPT\text{corretto}}$ (colpi/30 cm)	Angolo di resistenza al taglio					Angolo resistenza al taglio
				$\phi'_{RBS}$ [°]	$\phi'_{JNR}$ [°]	$\phi'_{DE\ MELLO}$ [°]	$\phi'_{MALCEV}$ [°]	$\phi'_{O-I}$ [°]	$\phi'_{\text{medio}}$ [°]
BH1-SPT1	Litotipo A	8,00	12	28,0	31,0	28,0	30,0	28,0	29,0
BH1-SPT2	Litotipo A	20,00	45	41,0	41,0	33,0	30,0	41,0	32,0
BH4-SPT1	Litotipo A	8,00	26	35,0	35,0	31,0	31,0	35,0	31,0
BH4-SPT2	Litotipo A	16,00	24	34,0	34,0	31,0	29,0	34,0	30,0
BH4-SPT3	Litotipo A	24,00	84	>45	>45	36,0	30,0	>45	33,0
BH7-SPT1	Litotipo A	8,00	27	35,0	35,0	31,0	31,0	35,0	31,0
BH10-SPT1	Litotipo A	0,00	21	33,0	33,0	31,0	-	33,0	33,0
BH10-SPT2	Litotipo A	17,60	26	35,0	35,0	31,0	29,0	35,0	30,0

Prove SPT interpretate secondo :	Road Bridge Specification (RBS): $\phi'_{RBS} = 15 + \sqrt{15 \cdot N_{SPT\text{corretto}}}$
	Japanese National Railway (JNR): $\phi'_{JNR} = 27 + (0,3 \cdot N_{SPT\text{corretto}})$
	De Mello: $\phi'_{DEMELLO} = 19 - 0,38 \cdot \sigma'_v + 8,73 \cdot \text{Log}(N_{SPT\text{corretto}})$
	Malcev: $\phi'_{MALCEV} = 20 - 5 \cdot \text{Log}(\sigma'_v) + 3,73 \cdot \text{Log}(N_{SPT\text{corretto}})$
	Owasaki & Iwasaki: $\phi'_{O-I} = 15 + \sqrt{20 \cdot N_{SPT\text{corretto}}}$

Valori utilizzati nella determinazione del valore medio

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO								
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato mare)								
TABELLA 5 - CORRELAZIONE DIRETTA PER LA DETERMINAZIONE DEL MODULO DI DEFOMAZIONE DI YOUNG E' (TERRENI INCOERENTI)								
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	$N_{SPT}$ corretto (colpi/30 cm)	Modulo di deformazione di Young				Modulo di deformazione $E'_{media}$ (MPa)
				$E'_{DENV}$ (MPa)	$E'_{SCHM}$ (MPa)	$E'_{D'APP}$ (MPa)	$E'_{S-M}$ (MPa)	
BH1-SPT1	Litotipo A	8,00	12	24,2	24,0	28,4	13,9	22,6
BH1-SPT2	Litotipo A	20,00	45	47,0	54,0	53,8	31,3	46,5
BH4-SPT1	Litotipo A	8,00	26	35,7	52,0	39,1	21,3	32,0
BH4-SPT2	Litotipo A	16,00	24	34,3	28,8	37,6	20,2	30,2
BH4-SPT3	Litotipo A	24,00	84	64,2	100,8	83,9	51,9	58,0
BH7-SPT1	Litotipo A	8,00	27	36,4	32,4	39,9	21,8	32,6
BH10-SPT1	Litotipo A	0,00	21	32,1	25,2	35,3	18,7	27,8
BH10-SPT2	Litotipo A	17,60	26	35,7	31,2	39,1	21,3	31,8

Prove SPT interpretate secondo :	Denver (1982) ed anche Terzaghi:	$E'_{DENV} = 7 \cdot (N_{SPTcorretto})^{0,5}$	espresso in [MPa]
	Schmertmann:	$E'_{SCHM} = 2 \cdot B \cdot N_{SPTcorretto}$	espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
	D'Appolonia et Alii:	$E'_{D'APP} = 7,71 \cdot N_{SPTcorretto} + 191$	espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
	Schultze & Mezembach:	$E'_{S-M} = 5,27 \cdot N_{SPTcorretto} + 76$	espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Valori utilizzati nella determinazione del valore medio

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO										
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato mare)										
TABELLA 6 - CORRELAZIONE DIRETTA PER LA DETERMINAZIONE DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO $V_S$										
ID Prova	Descrizione sintetica del terreno	Pressione litostatica efficace $\sigma'_v$ (kPa)	Profondità prova dal p.c. z (m)	$N_{SPTcorretto}$ (colpi/30 cm)	Classe	Velocità onde di taglio $V_{S\_YOSH}$ (m/s)	Parametro $\alpha$	Parametro $\beta$	Velocità onde di taglio $V_{S\_O-G}$ (m/s)	Velocità onde di taglio $V_{S\_media}$ (m/s)
BH1-SPT1	Litotipo A	8,00	1,00	12	3	149	1,0	1,19	125	137
BH1-SPT2	Litotipo A	20,00	2,50	45	3	236	1,0	1,19	188	212
BH4-SPT1	Litotipo A	8,00	1,00	26	3	181	1,0	1,19	143	162
BH4-SPT2	Litotipo A	16,00	2,00	24	3	196	1,0	1,19	161	179
BH4-SPT3	Litotipo A	24,00	3,00	84	2	265	1,0	1,19	217	241
BH7-SPT1	Litotipo A	8,00	1,00	27	3	183	1,0	1,19	144	164
BH10-SPT1	Litotipo A	0,00	0,00	21	3	0	1,0	1,19	0	-
BH10-SPT2	Litotipo A	17,60	2,20	26	3	202	1,0	1,19	167	185

Prove SPT interpretate secondo :	Yoshida e al. (1988): $V_{S\_YOSH} = F \cdot N_{SPTcorretto}^{0,25} \cdot \sigma_v^{-0,14}$ con F = 49 per sabbia fine (classe 1) con F = 56 con ghiaia al 25% (classe 2) con F = 60 con ghiaia al 50% (classe 3) con F = 55 qualsiasi terreno (classe 4)
	Ohta e Goto (1978): $V_{S\_O-G} = 54,33 \cdot N_{SPTcorretto}^{0,173} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{z}{0,303}\right)^{0,193}$ $\alpha = 1,0$ per depositi recenti (Olocene) $\alpha = 1,3$ per depositi del Pleistocene e Terziario $\beta = 1,0$ per limi ed argille $\beta = 1,09$ per sabbie $\beta = 1,19$ per sabbie e ghiaie

Valori utilizzati nella determinazione del valore medio

ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DI UN TRATTO DI BANCHINA DI ORMEGGIO DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO									Categoria di suolo
PROVE SPT - Campagna sondaggi BH2008 (lato mare)									
TABELLA 8 - RIASSUNTO ELABORAZIONI PROVE SPT (TERRENI INCOERENTI)									
Descrizione sintetica del terreno	$N_{SPTcorretto\_min}$	$N_{SPTcorretto\_max}$	$\varphi_{min}$ [°]	$\varphi_{max}$ [°]	$E'_{min}$ (MPa)	$E'_{max}$ (MPa)	$V_{S\_min}$ (m/s)	$V_{S\_max}$ (m/s)	
Litotipo A	12	84	29,0	33,0	22,5	58,0	137	241	<b>C</b>

Litotipo A = Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>141</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 2b – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove di laboratorio d’interesse relative ai sondaggi lato mare BH1, BH4, BH7, BH10**

**(campagna BH2008 – lato mare)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>142</b>
		Di <i>of</i>	<b>266</b>

## **LEGENDA ESPLICATIVA TABELLE E GRAFICI**

### Analisi granulometrica

G % = frazione ghiaiosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%];

S % = frazione sabbiosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%];

L % = frazione limosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%];

A % = frazione ghiaiosa (secondo classificazione ASTM), espressa in [%].

### Parametri fisici e limiti di Atterberg

$\gamma_{nat}$  = peso dell'unità di volume allo stato naturale, espresso in [kN/m<sup>3</sup>];

$W_n$  = contenuto d'acqua allo stato naturale, espresso in [%];

$\gamma_s$  = peso specifico dei granuli, espresso in [g/cm<sup>3</sup>];

LL = limite di liquidità, espresso in [%];

LP = limite di plasticità, espresso in [%];

IP = indice di plasticità, espresso in [%];

IC = indice di consistenza, [adim].

### Classifica Casagrande

C = Argille inorganiche;                      L = Bassa compressibilità;

M = Limi inorganici;                          I = Media compressibilità;

O = Argille e limi organici;                H = Alta compressibilità.

### Prova edometrica

$E_{ed}$  = modulo edometrico, espresso in [MPa];

$\sigma_{preconsolidaz}$  = pressione di consolidazione o di preconsolidazione, espressa in [kPa];

$\sigma'_{v0}$  = pressione litostatica efficace in posto, espressa in [kPa];

O.C.R. = grado di sovraconsolidazione, [adim].

### Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.) (prove triassiali consolidate-non drenate o consolidate-drenate)

$c_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa];

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio, espresso in [°];

$c'$  = coesione efficace, espressa in [kPa].

### Pocket penetrometer

$R_p$  = resistenza alla punta, espressa in [kPa];

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>143</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Prova ELL (prova di compressione ad espansione laterale libera)

$\sigma$  = pressione di rottura del provino, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Litotipo A = Depositi alluvionali e di spiaggia recenti (da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo sabbioso)

Litotipo B = Argille plioceniche di base

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH1**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH1-R1	Limo argilloso, debolmente ghiaioso, con sabbia, di colore grigio, .....	LITOTIPO A	-19,00 ÷ -19,45	-19,225	rimaneggiato	7,7	30,4	39,5	22,4	-	-	2,71	-	-	-	-	-
2	BH1-R2	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro, .....	LITOTIPO A	-20,00 ÷ -20,45	-20,225	rimaneggiato	0,7	3,5	45,8	50,0	-	-	2,71	-	-	-	-	-
3	BH1-1	Limo con argilla di colore grigio	LITOTIPO B <sup>(1)</sup>	-20,45 ÷ -20,90	-20,675	indisturbato	0,0	4,8	68,5	26,7	20,3	22,7	2,73	69,0	27,6	41,4	1,12	CH
4	BH1-2	Argilla con limo, di colore grigio, con nuclei carboniosi ...	LITOTIPO B	-24,30 ÷ -24,67	-24,485	indisturbato	0,0	4,6	41,7	53,7	20,2	23,3	2,73	63,0	26,1	36,9	1,08	CH
5	BH1-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-28,40 ÷ -28,60	-28,500	indisturbato	0,0	3,4	40,7	55,9	20,3	23,0	2,74	65,0	26,7	38,3	1,10	CH
6	BH1-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio, ....	LITOTIPO B	-32,30 ÷ -32,75	-32,525	indisturbato	0,0	5,7	45,2	49,1	20,4	22,4	2,74	54,2	25,6	28,6	1,11	CH
7	BH1-5	Argilla limosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,30 ÷ -37,55	-37,425	indisturbato	0,5	2,6	21,1	75,8	20,4	22,1	2,74	45,3	24,4	20,9	1,11	CI
8	BH1-6	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-41,40 ÷ -41,82	-41,610	indisturbato	0,0	4,7	29,1	66,2	20,5	21,8	2,74	74,6	34,5	40,1	1,32	CH
9	BH1-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio, .....	LITOTIPO B	-45,40 ÷ -45,85	-45,625	indisturbato	0,6	14,0	32,6	52,8	20,5	21,6	2,73	49,6	25,2	24,4	1,15	CI
10	BH1-8	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-49,00 ÷ -49,45	-49,225	indisturbato	0,3	6,3	43,2	50,2	20,5	21,6	2,73	49,5	26,2	23,3	1,20	CI

<sup>(1)</sup> = sulla stratigrafia viene riportato in posizione tale da ascriversi al litotipo A; in realtà dagli esiti delle prove di laboratorio, le caratteristiche ci dicono che debba essere ascritto al litotipo B

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH1-R1	Limo argilloso, debolmente ghiaioso, con sabbia, di colore grigio, .....	LITOTIPO A	-19,00 ÷ -19,45	-19,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH1-R2	Argilla con limo, di colore grigio-verdastro, .....	LITOTIPO A	-20,00 ÷ -20,45	-20,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH1-1	Limo con argilla di colore grigio	LITOTIPO B <sup>(1)</sup>	-20,45 ÷ -20,90	-20,675	25,50	314,7	24,5	12,84	163,0	17,0	18,0	366	183,2	183	91,5
4	BH1-2	Argilla con limo, di colore grigio, con nuclei carboniosi ...	LITOTIPO B	-24,30 ÷ -24,67	-24,485	11,09	294,2	63,0	4,67	-	16,0	54,0	379	189,5	205	102,5
5	BH1-3	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-28,40 ÷ -28,60	-28,500	26,74	329,0	104,0	3,16	-	-	-	454	227,2	671	335,5
6	BH1-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio, ....	LITOTIPO B	-32,30 ÷ -32,75	-32,525	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	840	420,0
7	BH1-5	Argilla limosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,30 ÷ -37,55	-37,425	-	-	-	-	-	-	-	555	277,7	859	429,5
8	BH1-6	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-41,40 ÷ -41,82	-41,610	-	-	-	-	203,0	17,0	50,0	588	294,0	819	409,5
9	BH1-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio, .....	LITOTIPO B	-45,40 ÷ -45,85	-45,625	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1074	537,0
10	BH1-8	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-49,00 ÷ -49,45	-49,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1100	550,0



**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH4**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH4-R1	Ghiaia sabbiosa, di colore grigio-avana, .....	LITOTIPO A	-19,00 ÷ -19,45	-19,225	rimaneggiato	80,2	18,3	1,5		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH4-R2	Ghiaia debolmente limosa con sabbia, di colore grigio scuro ..	LITOTIPO A	-20,00 ÷ -20,45	-20,225	rimaneggiato	59,4	34,6	6,0		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH4-R4	Sabbia limoso-ghiaiosa, di colore marrone	LITOTIPO A	-21,00 ÷ -21,45	-21,225	rimaneggiato	13,4	65,3	21,3		-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH4-1	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, .....	LITOTIPO B	-23,30 ÷ -23,80	-23,550	indisturbato	0,8	15,0	47,5	36,7	19,6	23,1	2,72	65,2	25,7	39,5	1,07	CH
5	BH4-2	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-27,30 ÷ -27,75	-27,525	indisturbato	0,9	8,0	28,7	62,4	19,9	25,0	2,73	79,5	34,2	45,3	1,20	CH
6	BH4-3	Argilla limosa, debolmente sabbiosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-31,30 ÷ -31,75	-31,525	indisturbato	0,0	5,5	18,5	76,0	20,0	24,4	2,73	98,1	45,3	52,8	1,40	MH o OH
7	BH4-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,70 ÷ -38,20	-37,950	indisturbato	0,0	7,2	38,3	54,5	20,0	24,4	2,73	75,6	26,0	49,6	1,03	CH
8	BH4-5	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-40,50 ÷ -40,90	-40,700	indisturbato	0,7	10,6	35,4	53,3	20,2	23,0	2,73	64,2	26,1	38,1	1,08	CH
9	BH4-6	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-44,40 ÷ -44,80	-44,600	indisturbato	0,8	11,6	45,6	42,0	20,5	20,5	2,73	55,9	24,2	31,7	1,12	CH
10	BH4-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-48,40 ÷ -48,90	-48,650	indisturbato	0,9	23,9	26,6	48,6	20,6	20,8	2,72	91,7	24,4	67,3	1,05	CH

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH4-R1	Ghiaia sabbiosa, di colore grigio-avana, .....	LITOTIPO A	-19,00 ÷ -19,45	-19,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH4-R2	Ghiaia debolmente limosa con sabbia, di colore grigio scuro ..	LITOTIPO A	-20,00 ÷ -20,45	-20,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH4-R4	Sabbia limoso-ghiaiosa, di colore marrone	LITOTIPO A	-21,00 ÷ -21,45	-21,225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH4-1	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio, .....	LITOTIPO B	-23,30 ÷ -23,80	-23,550	22,37	384,3	53,0	7,25	-	20,0	32,0	255	127,5	302	151,0
5	BH4-2	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-27,30 ÷ -27,75	-27,525	17,06	535,3	93,0	5,76	-	-	-	552	276,2	735	367,5
6	BH4-3	Argilla limosa, debolmente sabbiosa, di colore grigio	LITOTIPO B	-31,30 ÷ -31,75	-31,525	-	-	-	-	298,0	25,0	34,0	494	246,8	326	163,0
7	BH4-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,70 ÷ -38,20	-37,950	-	-	-	-	-	-	-	562	281,2	708	354,0
8	BH4-5	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-40,50 ÷ -40,90	-40,700	-	-	-	-	-	-	-	546	272,8	990	495,0
9	BH4-6	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-44,40 ÷ -44,80	-44,600	-	-	-	-	-	-	-	572	285,8	1004	502,0
10	BH4-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-48,40 ÷ -48,90	-48,650	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1018	509,0

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH7**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH7-R1	Chiaia sabbiosa, debolmente limosa, di colore marrone, ...	LITOTIPO A	-17,50 ÷ -17,90	-17,700	rimaneggiato	66,9	22,5	10,6		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH7-R2	Sabbia deb. limosa con ghiaia, di colore grigio-marrone chiaro	LITOTIPO A <sup>(1)</sup>	-18,50 ÷ -18,70	-18,600	rimaneggiato	39,7	49,1	11,2		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH7-1	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-20,40 ÷ -20,80	-20,600	indisturbato	1,2	15,2	30,3	53,3	19,4	28,4	2,72	58,6	38,0	20,6	1,47	MH o OH
4	BH7-2	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio, con nuclei .....	LITOTIPO B	-24,00 ÷ -24,45	-24,225	indisturbato	1,1	11,3	37,9	49,7	20,3	22,5	2,73	73,2	25,3	47,9	1,06	CH
5	BH7-3	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-28,20 ÷ -28,65	-28,425	indisturbato	1,4	15,4	45,5	37,7	20,4	22,4	2,72	72,5	24,5	48,0	1,04	CH
6	BH7-4	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-32,20 ÷ -32,60	-32,400	indisturbato	0,8	9,4	46,7	43,1	20,4	22,1	2,73	51,7	24,3	27,4	1,08	CH
7	BH7-5	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,40	-35,200	indisturbato	0,0	4,3	29,9	65,8	20,5	21,7	2,73	53,5	25,7	27,8	1,14	CH
8	BH7-6	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,50 ÷ -38,05	-37,775	indisturbato	0,0	7,3	33,4	59,3	20,5	21,6	2,73	56,2	25,7	30,5	1,13	CH
9	BH7-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-40,80 ÷ -41,15	-40,975	indisturbato	0,6	14,1	39,3	46,0	20,6	20,8	2,72	52,4	24,8	27,6	1,15	CH
10	BH7-8	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-43,70 ÷ -44,15	-43,925	indisturbato	1,1	15,7	45,8	37,4	20,6	21,2	2,72	52,8	25,5	27,3	1,16	CH
11	BH7-9	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-46,60 ÷ -47,10	-46,850	indisturbato	0,9	13,9	51,2	34,0	20,7	20,0	2,72	50,8	26,6	24,2	1,27	CH

<sup>(1)</sup> = sulla stratigrafia viene riportato in posizione tale da ascriversi al litotipo B; in realtà dagli esiti delle prove di laboratorio, le caratteristiche ci dicono che debba essere ascritto al litotipo A

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH7-R1	Chiaia sabbiosa, debolmente limosa, di colore marrone, ...	LITOTIPO A	-17,50 ÷ -17,90	-17,700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH7-R2	Sabbia deb. limosa con ghiaia, di colore grigio-marrone chiaro	LITOTIPO A <sup>(1)</sup>	-18,50 ÷ -18,70	-18,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH7-1	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-20,40 ÷ -20,80	-20,600	15,09	402,9	39,0	10,33	-	26,0	35,0	552	276,2	486	243,0
4	BH7-2	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio, con nuclei .....	LITOTIPO B	-24,00 ÷ -24,45	-24,225	16,28	478,9	75,0	6,39	-	-	-	549	274,5	624	312,0
5	BH7-3	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-28,20 ÷ -28,65	-28,425	-	-	-	-	219,0	23,0	30,0	497	248,5	635	317,5
6	BH7-4	Limo debolmente sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-32,20 ÷ -32,60	-32,400	-	-	-	-	-	-	-	529	264,7	672	336,0
7	BH7-5	Argilla con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,40	-35,200	-	-	-	-	-	-	-	562	281,0	688	344,0
8	BH7-6	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-37,50 ÷ -38,05	-37,775	-	-	-	-	-	-	-	582	290,8	-	-
9	BH7-7	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-40,80 ÷ -41,15	-40,975	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1046	523,0
10	BH7-8	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-43,70 ÷ -44,15	-43,925	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	-	-
11	BH7-9	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-46,60 ÷ -47,10	-46,850	-	-	-	-	-	-	-	588	294,0	1084	542,0

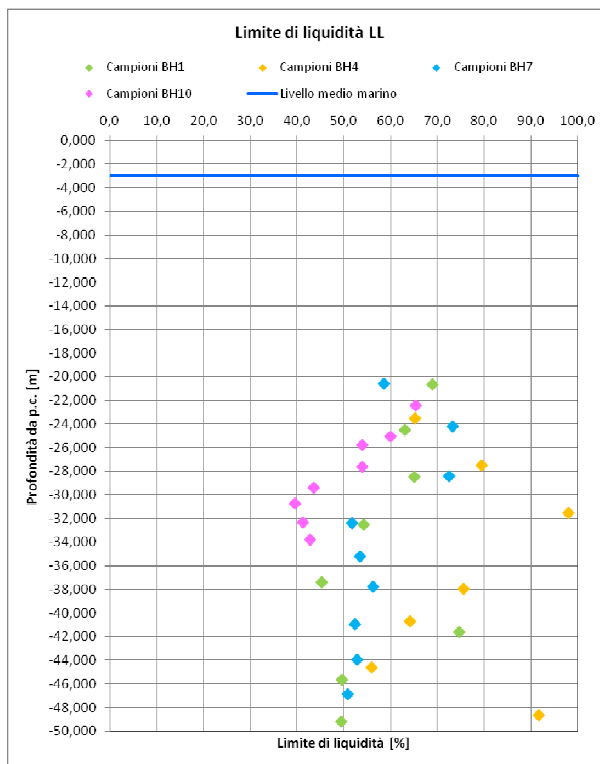
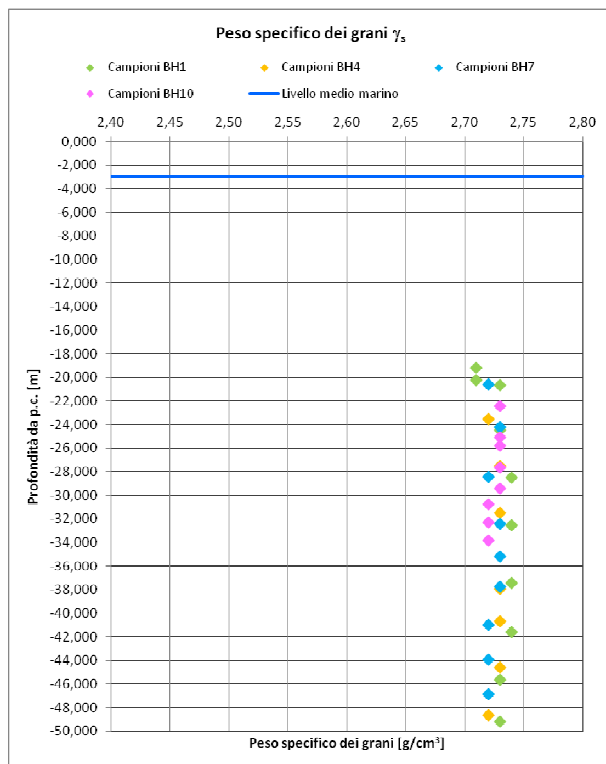
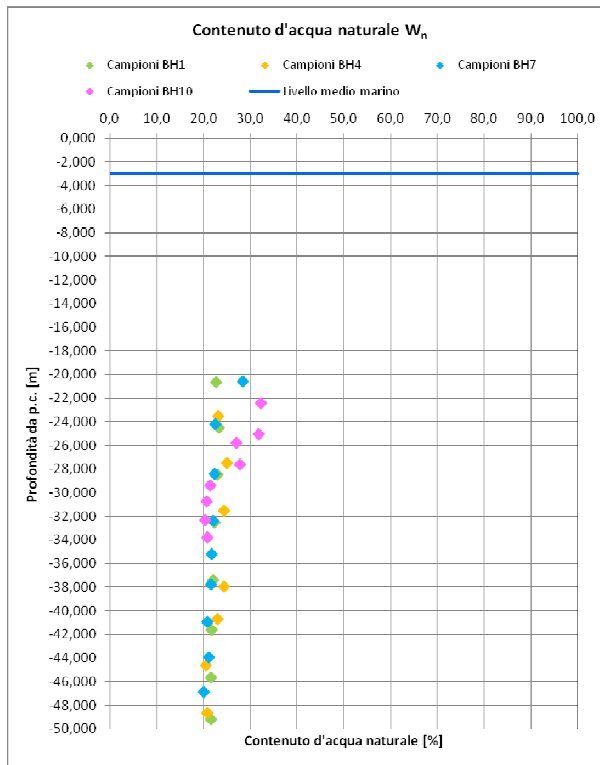
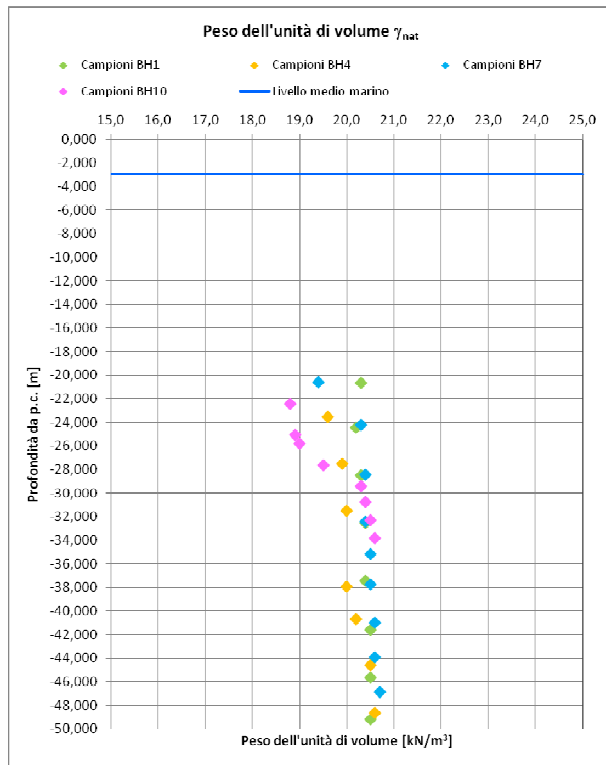
**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BH10**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg						Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	IP [%]		IC [-]
1	BH10-R1	Ghiaia limo-argillosa con sabbia, di colore nerastro, ....	LITOTIPO A	-17,30 ÷ -17,75	-17,525	rimaneggiato	45,7	38,6	15,7		-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH10-R2	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia, di colore grigio-marrone, ....	LITOTIPO A	-18,50 ÷ -18,95	-18,725	rimaneggiato	30,2	51,6	18,2		-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH10-R3	Sabbia con ghiaia, di colore marrone	LITOTIPO A	-19,50 ÷ -19,95	-19,725	rimaneggiato	40,5	57,8	1,7		-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH10-1	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B <sup>(1)</sup>	-22,20 ÷ -22,70	-22,450	indisturbato	0,8	6,2	33,9	59,1	18,8	32,3	2,73	65,4	30,7	34,7	0,95	CH
5	BH10-2	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-24,90 ÷ -25,20	-25,050	indisturbato	0,5	10,2	46,5	42,8	18,9	31,8	2,73	59,9	37,4	22,5	1,25	MH o OH
6	BH10-3	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-25,60 ÷ -26,00	-25,800	indisturbato	0,4	10,1	28,1	61,4	19,0	27,0	2,73	54,0	28,8	25,2	1,07	CH
7	BH10-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-27,40 ÷ -27,90	-27,650	indisturbato	0,0	5,6	31,5	62,9	19,5	27,8	2,73	53,9	27,8	26,1	1,00	CH
8	BH10-5	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-29,20 ÷ -29,60	-29,400	indisturbato	0,0	6,9	34,5	58,6	20,3	21,5	2,73	43,6	24,9	18,7	1,18	CI
9	BH10-6	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-30,60 ÷ -30,90	-30,750	indisturbato	1,6	15,3	47,6	35,5	20,4	20,7	2,72	39,6	22,4	17,2	1,10	CI
10	BH10-7	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-32,10 ÷ -32,50	-32,300	indisturbato	1,4	23,4	48,9	26,3	20,5	20,4	2,72	41,3	23,3	18,0	1,16	CI
11	BH10-9*	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-33,60 ÷ -34,00	-33,800	indisturbato	1,5	15,3	42,5	40,7	20,6	20,8	2,72	42,8	24,0	18,8	1,17	CI

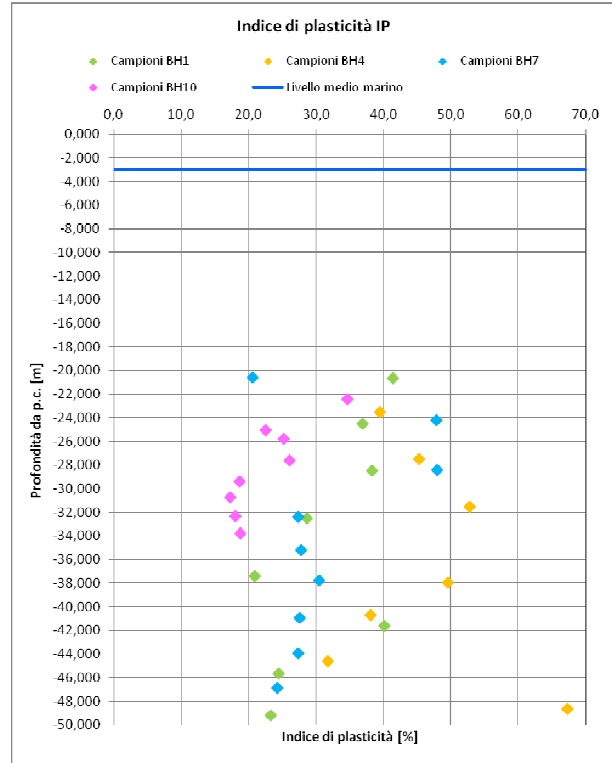
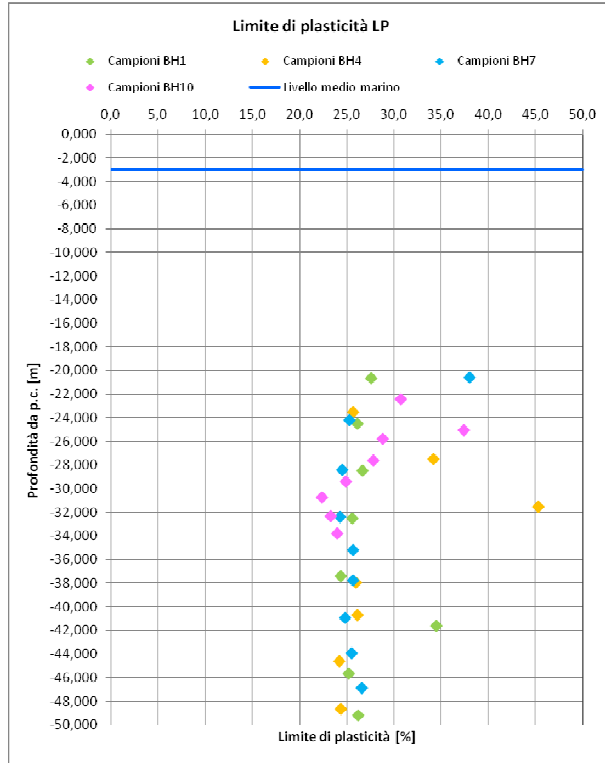
<sup>(1)</sup> = sulla stratigrafia viene riportato in posizione tale da ascriversi al litotipo A; in realtà dagli esiti delle prove di laboratorio, le caratteristiche ci dicono che sembrerebbe da ascriversi al litotipo B. Ho qualche dubbio.

In ciano evidenziate due correzioni; BH10-R1: se da stratigrafia il fondale marino parte da -17,30 m da p.c., non è possibile che il campione sia stato prelevato tra -17 e -17,45 m da p.c. come dichiarato nel certificato di prova; BH10-1: sulla stratigrafia è segnato prelievo tra -22,20 e 22,80 m da p.c., mentre sul certificato di prova è riportato -20,20 ÷ -20,70 m da p.c., ma la descrizione litologica non corrisponde, sembra corretta la profondità di prelievo riportata sulla stratigrafia

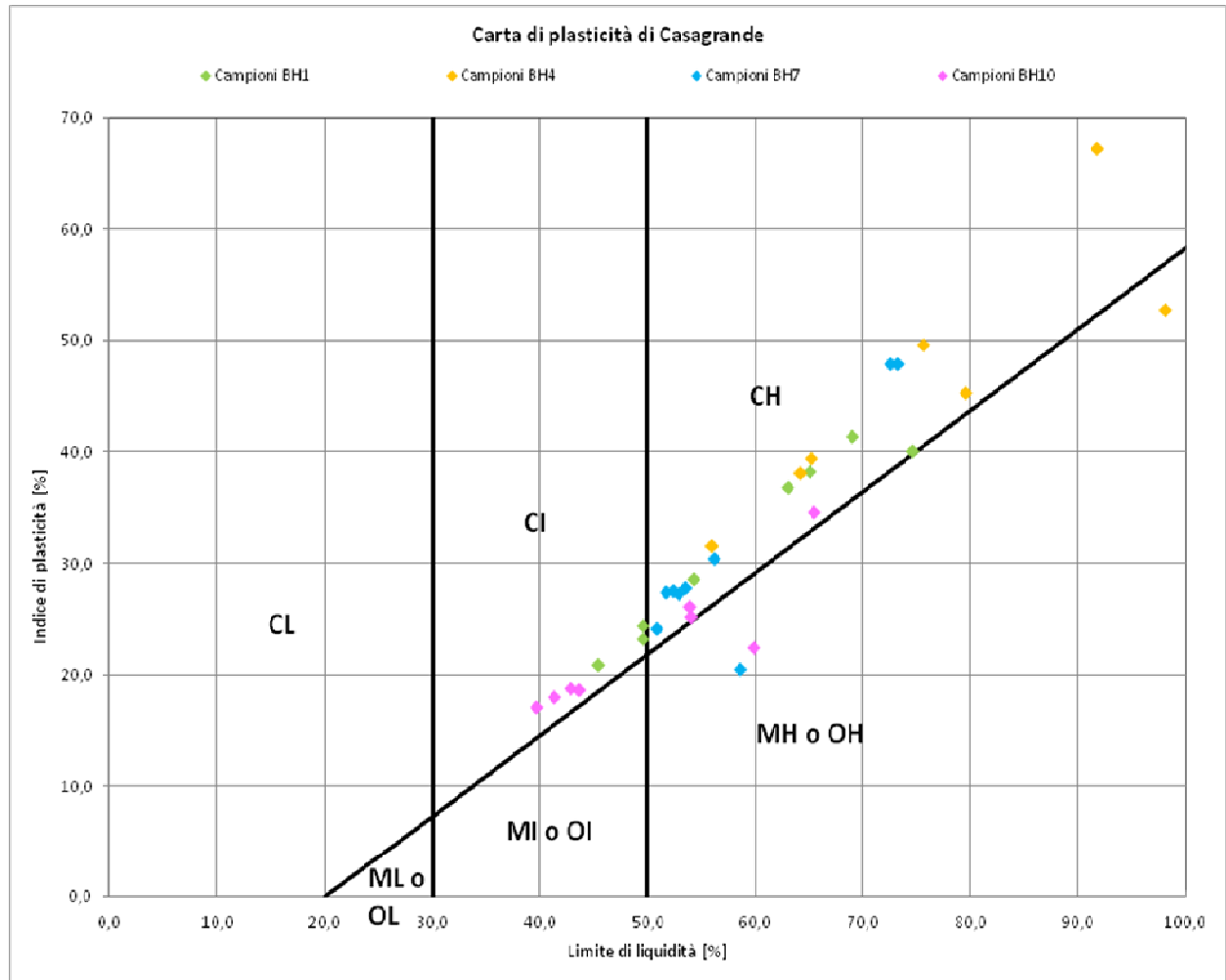
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o C.I.D.)			Pocket penetrometer		Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\varphi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BH10-R1	Ghiaia limo-argillosa con sabbia, di colore nerastro, ....	LITOTIPO A	-17,30 ÷ -17,75	-17,525	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	BH10-R2	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia, di colore grigio-marrone, ....	LITOTIPO A	-18,50 ÷ -18,95	-18,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	BH10-R3	Sabbia con ghiaia, di colore marrone	LITOTIPO A	-19,50 ÷ -19,95	-19,725	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	BH10-1	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B <sup>(1)</sup>	-22,20 ÷ -22,70	-22,450	13,90	389,7	49,0	7,95	-	15,0	40,0	366	183,0	230	115,0
5	BH10-2	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-24,90 ÷ -25,20	-25,050	11,00	479,3	76,0	6,31	-	-	-	458	228,8	231	115,5
6	BH10-3	Argilla sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-25,60 ÷ -26,00	-25,800	-	-	-	-	150,7	16,0	32,0	468	233,8	250	125,0
7	BH10-4	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-27,40 ÷ -27,90	-27,650	-	-	-	-	-	-	-	516	258,2	658	329,0
8	BH10-5	Argilla debolmente sabbiosa con limo, di colore grigio	LITOTIPO B	-29,20 ÷ -29,60	-29,400	-	-	-	-	-	-	-	487	243,5	697	348,5
9	BH10-6	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-30,60 ÷ -30,90	-30,750	-	-	-	-	-	-	-	552	276,2	-	-
10	BH10-7	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-32,10 ÷ -32,50	-32,300	-	-	-	-	-	-	-	559	279,5	875	437,5
11	BH10-9*	Limo sabbioso con argilla, di colore grigio	LITOTIPO B	-33,60 ÷ -34,00	-33,800	-	-	-	-	-	-	-	555	277,7	-	-

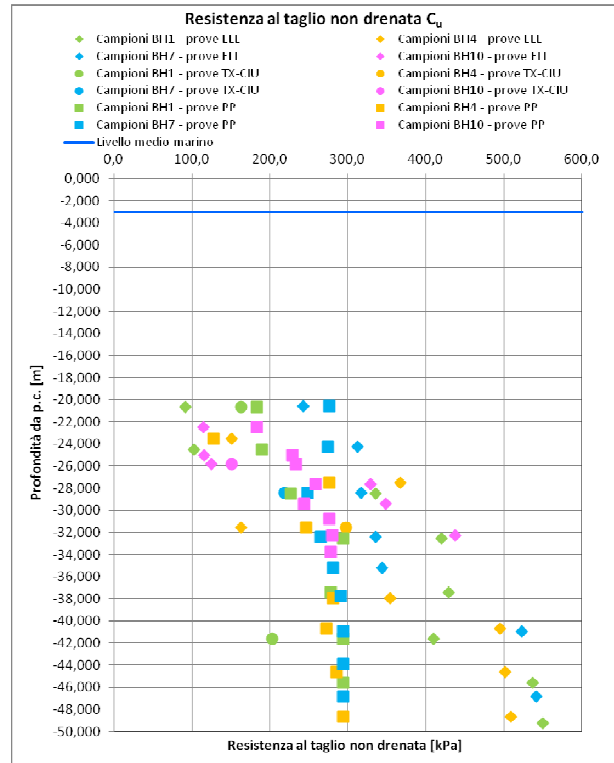
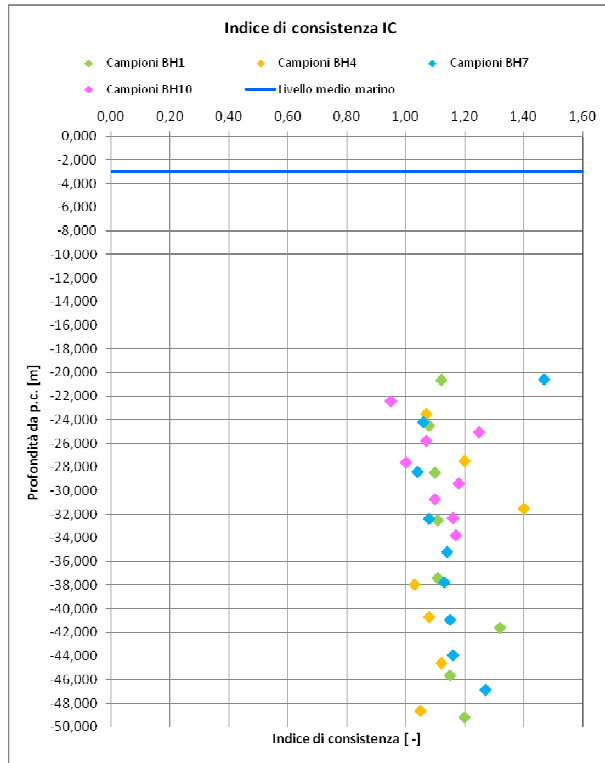


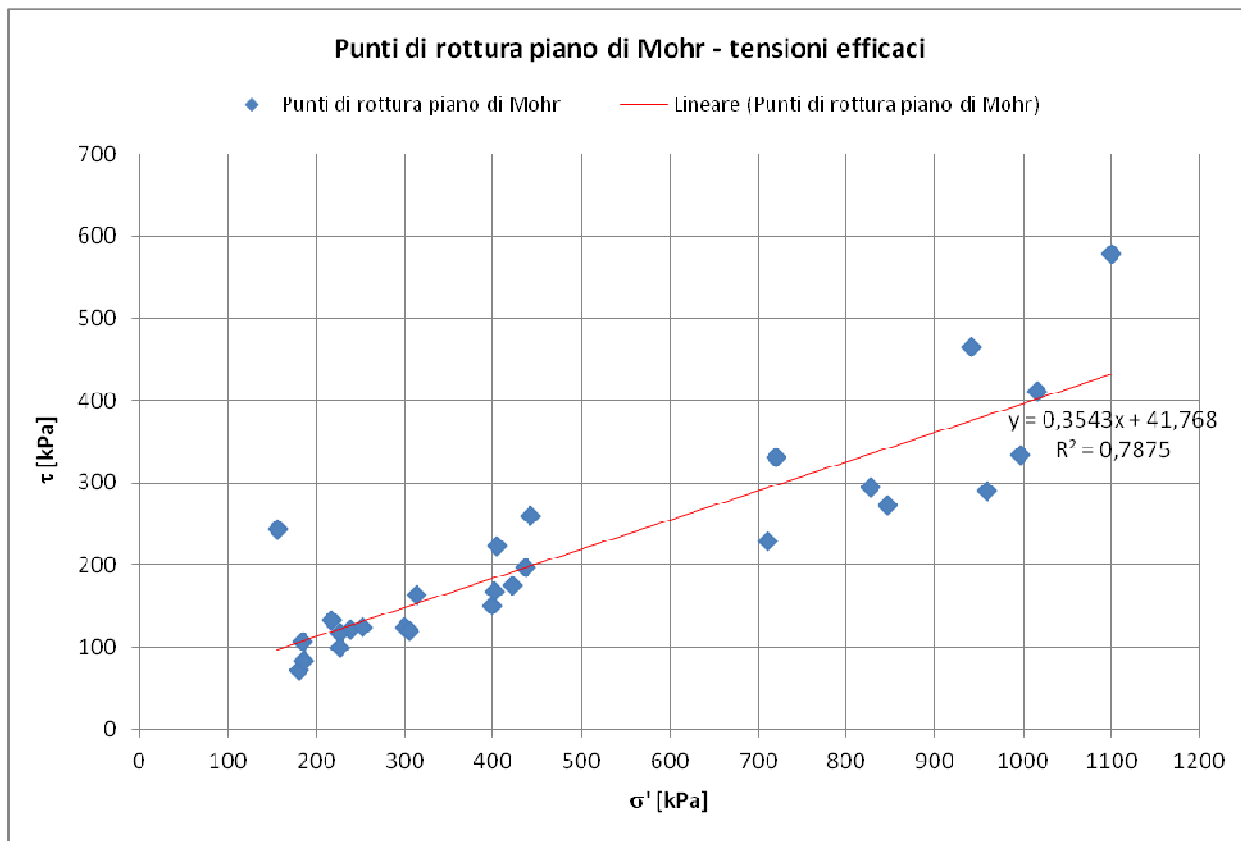




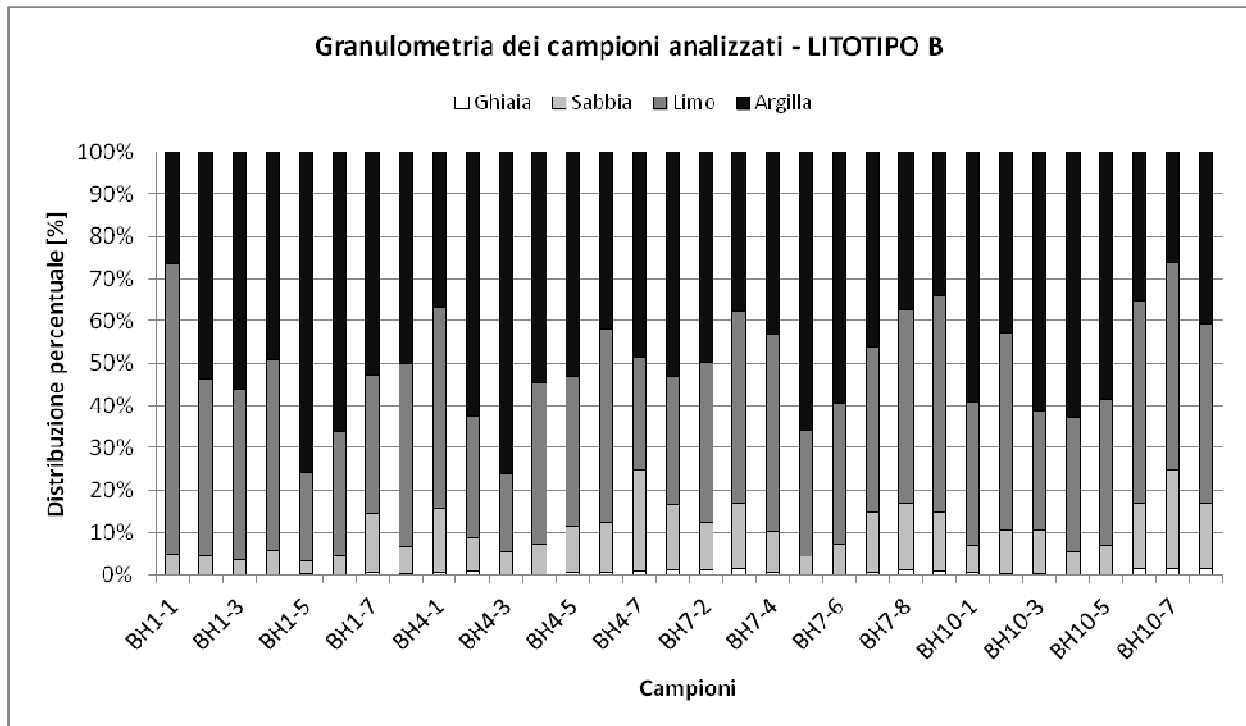
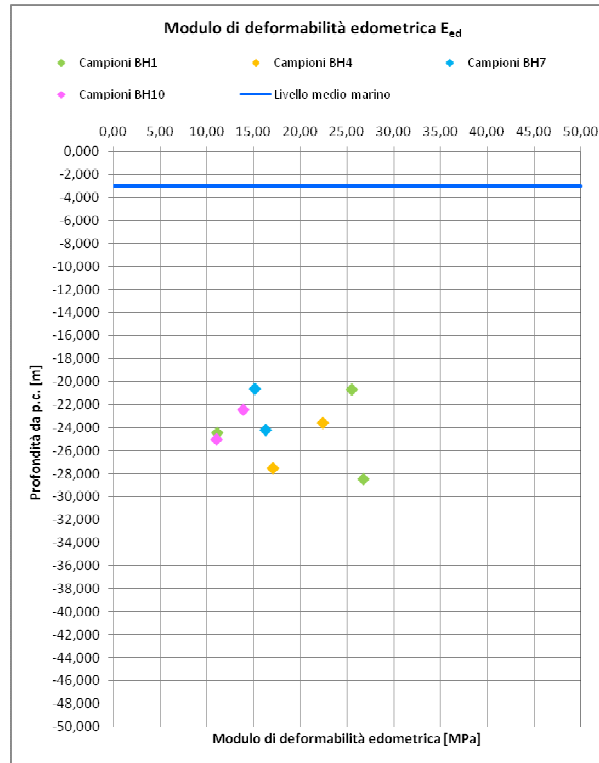








tg $\phi'$	$\phi'$ [rad]	$\phi'$ [°]	$c'$		$\phi'$ [°]	$c'$	
<b>0,3543</b>	0,3405	19,5	<b>41,768</b>	da calcolo	<b>19,5</b>	<b>40,0</b>	valori arrotondati



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>158</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 3 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove di laboratorio relative ai sondaggi RS1, RS2 e RS3 (campagna RS2012 – lato banchina)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>159</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## **LEGENDA ESPLICATIVA TABELLE E GRAFICI**

### Analisi granulometrica

G % = frazione ghiaiosa ( $\Phi > 2$  mm), espressa in [%];

S % = frazione sabbiosa ( $0,06 < \Phi < 2$  mm), espressa in [%];

L % = frazione limosa ( $0,002 < \Phi < 0,06$  mm), espressa in [%];

A % = frazione ghiaiosa ( $\Phi < 0,002$  mm), espressa in [%].

### Parametri fisici e limiti di Atterberg

$\gamma_{\text{nat}}$  = peso dell'unità di volume allo stato naturale, espresso in [ $\text{kN}/\text{m}^3$ ];

$W_n$  = contenuto d'acqua allo stato naturale, espresso in [%];

$\gamma_s$  = peso specifico dei granuli, espresso in [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ];

LL = limite di liquidità, espresso in [%];

LP = limite di plasticità, espresso in [%];

LR = limite di ritiro, espresso in [%];

IP = indice di plasticità, espresso in [%];

IC = indice di consistenza, [adim];

A = indice di attività, [adim].

### Classifica Casagrande

C = Argille inorganiche;                      L = Bassa compressibilità;

M = Limi inorganici;                            I = Media compressibilità;

O = Argille e limi organici;                  H = Alta compressibilità.

### Prova edometrica

$E_{\text{ed}}$  = modulo edometrico, espresso in [MPa];

$\sigma_{\text{preconsolidaz}}$  = pressione di consolidazione o di preconsolidazione, espressa in [kPa];

$\sigma'_{v0}$  = pressione litostatica efficace in posto, espressa in [kPa];

O.C.R. = grado di sovraconsolidazione, [adim].

Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.) (prove triassiali consolidate-non drenate o non consolidate-non drenate)

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa];

$\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio, espresso in [°];

$c'$  = coesione efficace, espressa in [kPa].

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>160</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

Pocket penetrometer

$R_p$  = resistenza alla punta, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Torvane

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Prova ELL (prova di compressione ad espansione laterale libera)

$\sigma$  = pressione di rottura del provino, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Litotipo B = Argille plioceniche di base

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO RS1**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg								Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	LR [%]	IP [%]	IC [-]		A [-]
1	RS1-1	Limo con argilla di colore grigio ....	LITOTIPO B	-27,50 ÷ -28,00	-27,750	indisturbato	0,0	4,7	55,9	39,3	20,3	24,2	2,74	39,1	21,5	16,4	17,6	0,8	0,4	CI
2	RS1-2	Limo con argilla di colore grigio-verdastro ....	LITOTIPO B	-38,00 ÷ -38,50	-38,250	indisturbato	0,0	4,7	52,9	42,4	20,1	26,4	2,74	46,1	24,0	13,9	22,1	0,9	0,5	CI
3	RS1-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-43,00 ÷ -43,50	-43,250	indisturbato	0,0	5,4	53,8	40,8	20,5	22,4	2,74	52,7	20,7	16,4	32,1	0,9	0,8	CH
4	RS1-4	Argilla con limo, debolmente sabiosa, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-47,50 ÷ -48,00	-47,750	indisturbato	0,0	5,7	47,0	47,3	20,2	25,0	2,74	54,9	20,4	16,1	34,5	0,9	0,7	CH
5	RS1-5	Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-52,50 ÷ -53,00	-52,750	indisturbato	0,0	12,3	57,5	30,3	21,3	18,5	2,73	38,4	17,8	14,3	20,7	1,0	0,7	CI

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.)			Pocket penetrometer		Torvane	Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	RS1-1	Limo con argilla di colore grigio ....	LITOTIPO B	-27,50 ÷ -28,00	-27,750	21,86	1090,0	305,00	3,6	245,0	28,0	0,0	440	220,0	201,2	-	-
2	RS1-2	Limo con argilla di colore grigio-verdastro ....	LITOTIPO B	-38,00 ÷ -38,50	-38,250	21,07	1258,0	410,00	3,1	304,3	-	-	570	285,0	224,1	514,42	257,2
3	RS1-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-43,00 ÷ -43,50	-43,250	23,79	980,0	460,00	2,1	222,0	17,0	69,0	600	300,0	270,0	-	-
4	RS1-4	Argilla con limo, debolmente sabiosa, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-47,50 ÷ -48,00	-47,750	23,22	880,0	505,00	1,7	360,7	-	-	575	287,5	253,8	679,04	339,5
5	RS1-5	Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-52,50 ÷ -53,00	-52,750	30,29	1057,0	555,00	1,9	367,3	26,0	20,0	600	300,0	270,0	-	-



**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO RS2**

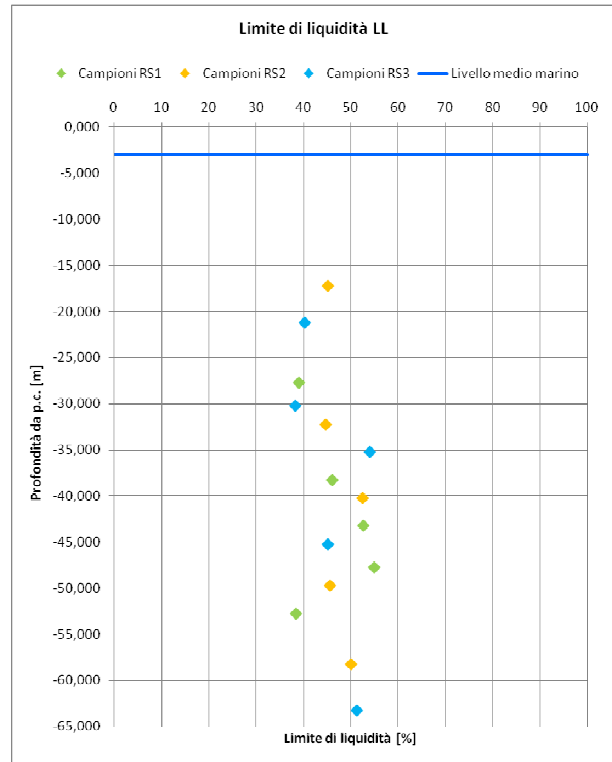
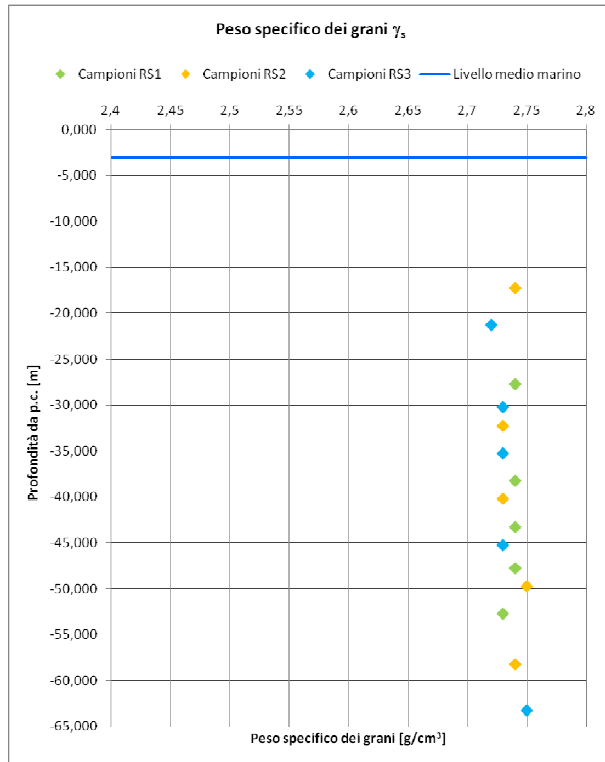
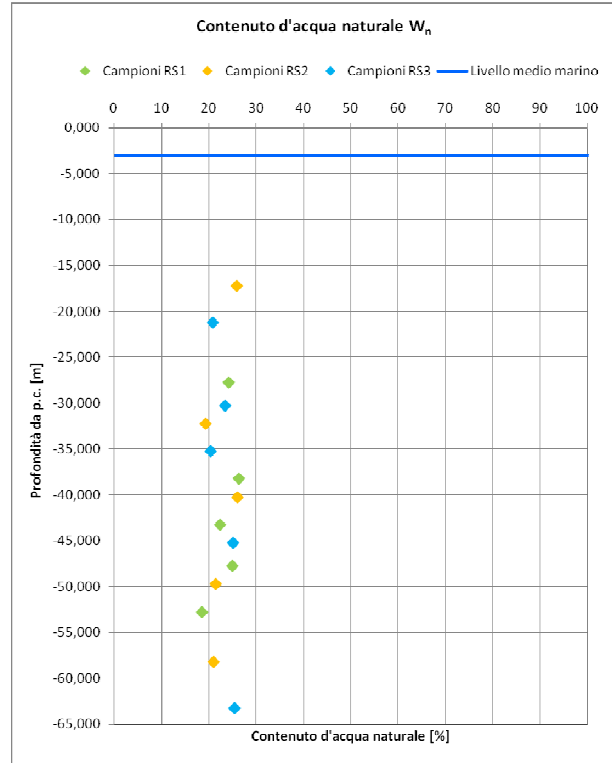
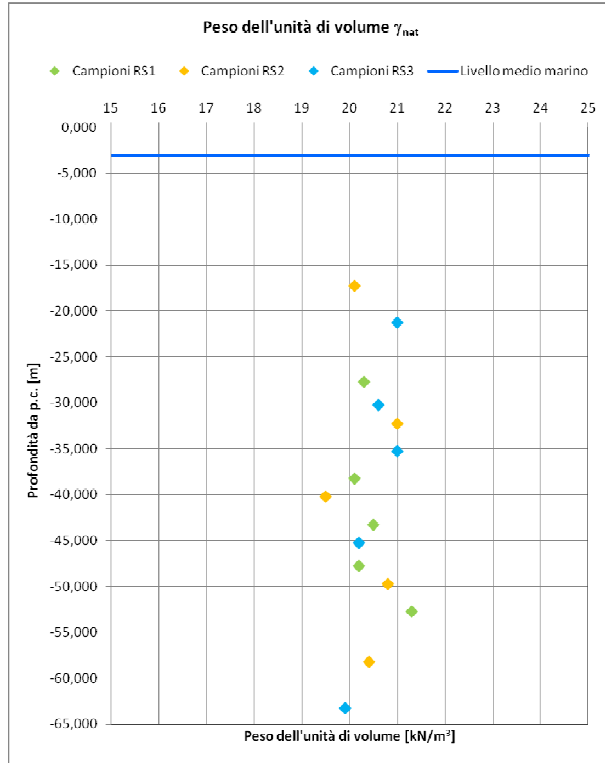
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg								Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	LR [%]	IP [%]	IC [-]		A [-]
1	RS2-1	Limo con argilla di colore grigio ....	LITOTIPO B	-17,00 ÷ -17,50	-17,250	indisturbato	0,0	4,2	52,3	43,5	20,1	25,9	2,74	45,2	21,6	16,1	23,6	0,8	0,5	CI
2	RS2-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-32,00 ÷ -32,50	-32,250	indisturbato	0,0	6,7	58,9	34,4	21,0	19,4	2,73	44,7	18,6	15,1	26,1	1,0	0,8	CI
3	RS2-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-40,00 ÷ -40,50	-40,250	indisturbato	0,0	7,0	48,0	45,0	19,5	26,0	2,73	52,5	22,4	14,3	30,1	0,9	0,7	CH
4	RS2-4	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-49,50 ÷ -50,00	-49,750	indisturbato	0,0	5,5	54,6	39,8	20,8	21,4	2,75	45,7	19,9	14,7	25,8	0,9	0,6	CI
5	RS2-5	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-58,00 ÷ -58,50	-58,250	indisturbato	0,0	5,7	48,1	46,3	20,4	21,0	2,74	50,1	21,6	14,7	28,4	1,0	0,6	CH

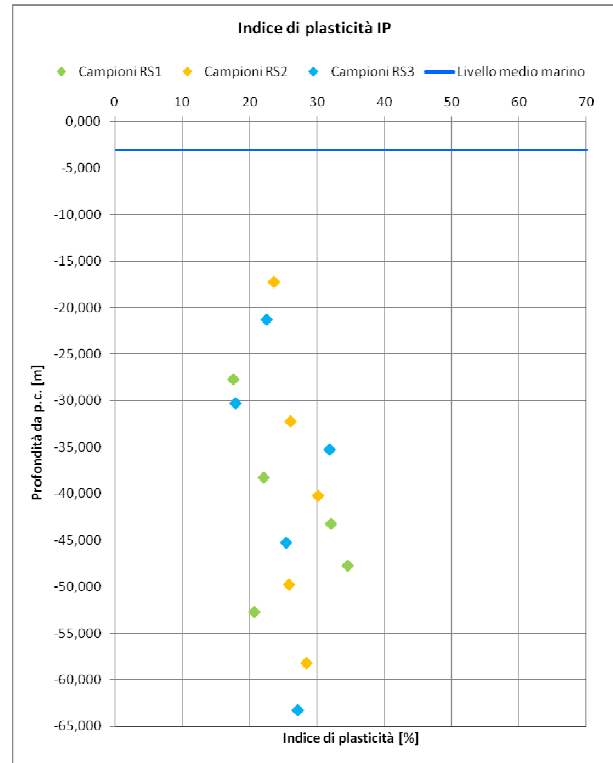
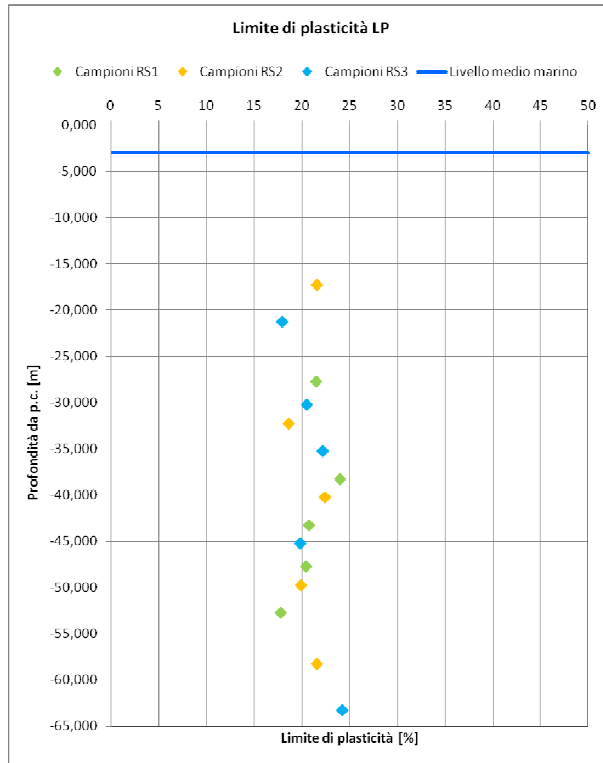
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.)			Pocket penetrometer		Torvane	Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	RS2-1	Limo con argilla di colore grigio ....	LITOTIPO B	-17,00 ÷ -17,50	-17,250	15,49	1080,0	200,00	5,4	150,7	25,0	15,0	310	155,0	152,6	-	-
2	RS2-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-32,00 ÷ -32,50	-32,250	23,05	1057,0	350,00	3,0	247,0	-	-	535	267,5	259,2	517,81	258,9
3	RS2-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-40,00 ÷ -40,50	-40,250	24,04	968,0	430,00	2,3	259,7	21,0	34,0	395	197,5	128,3	-	-
4	RS2-4	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-49,50 ÷ -50,00	-49,750	30,84	1117,0	525,00	2,1	583,3	19,0	260,0	600	300,0	270,0	-	-
5	RS2-5	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-58,00 ÷ -58,50	-58,250	33,23	1584,5	610,00	2,6	372,0	-	-	590	295,0	260,6	780,72	390,4

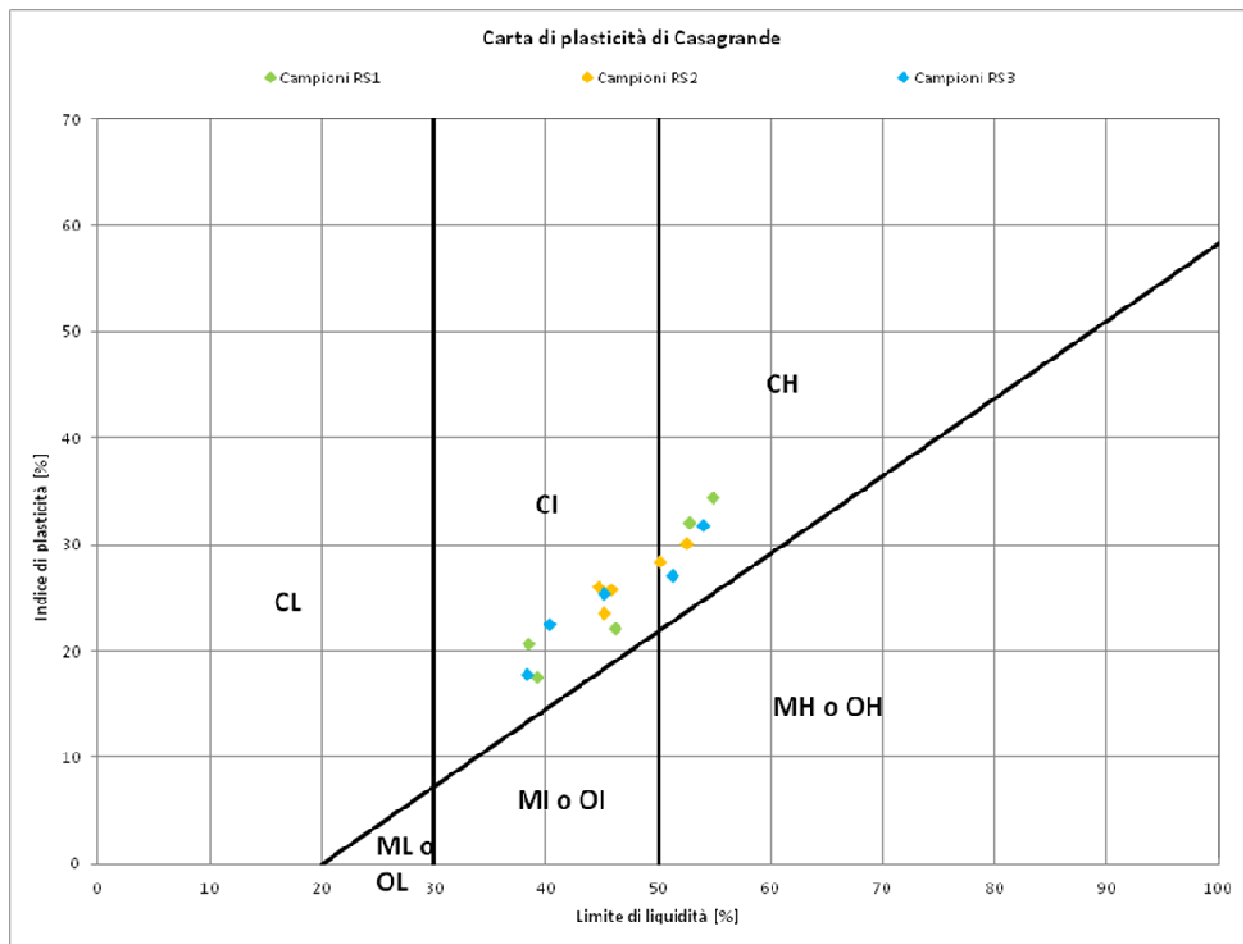
**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO RS3**

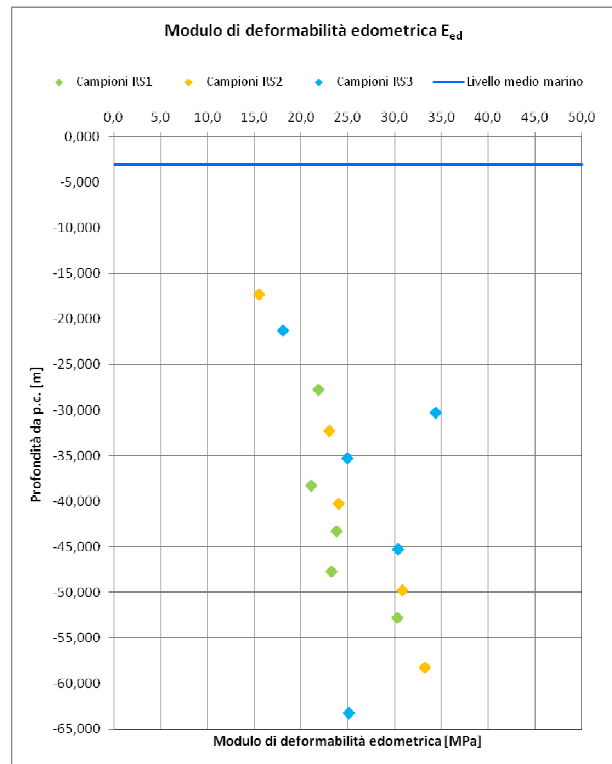
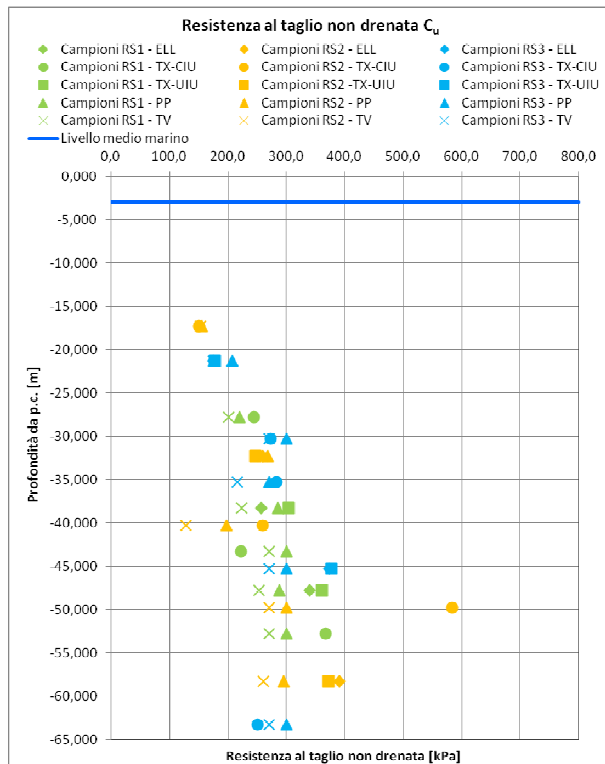
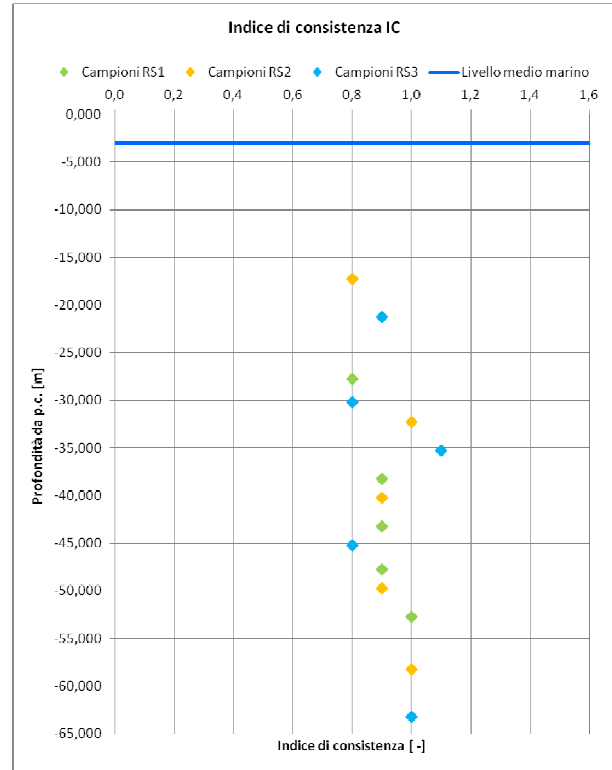
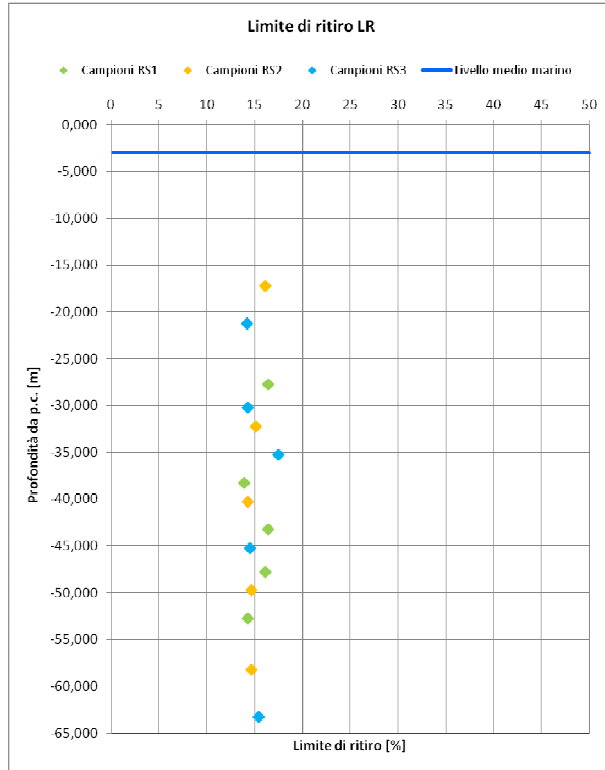
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg								Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	LR [%]	IP [%]	IC [-]		A [-]
1	RS3-1	Limo con argilla di colore grigio ....	LITOTIPO B	-21,00 ÷ -21,50	-21,250	indisturbato	0,0	3,8	59,3	36,9	21,0	20,9	2,72	40,3	17,9	14,2	22,5	0,9	0,6	CI
2	RS3-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-30,00 ÷ -30,50	-30,250	indisturbato	0,0	5,9	50,5	43,6	20,6	23,4	2,73	38,3	20,5	14,3	17,9	0,8	0,4	CI
3	RS3-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,50	-35,250	indisturbato	0,0	5,8	48,6	45,7	21,0	20,4	2,73	54,0	22,2	17,5	31,8	1,1	0,7	CH
4	RS3-4	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-45,00 ÷ -45,50	-45,250	indisturbato	0,0	5,6	58,9	35,6	20,2	25,2	2,73	45,2	19,8	14,5	25,4	0,8	0,7	CI
5	RS3-5	Argilla con limo, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-63,00 ÷ -63,50	-63,250	indisturbato	0,0	4,1	44,8	51,1	19,9	25,5	2,75	51,3	24,2	15,4	27,1	1,0	0,5	CH

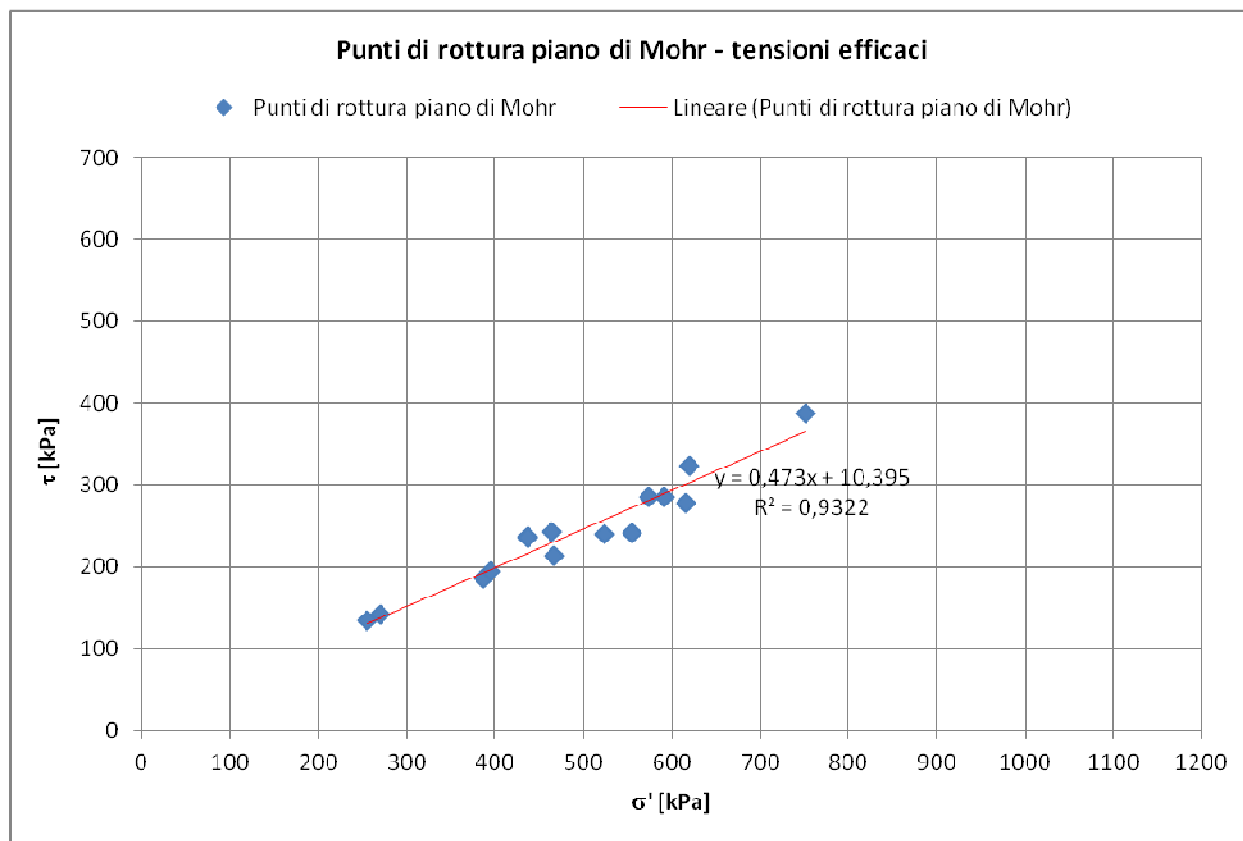
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.)			Pocket penetrometer		Torvane	Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	RS3-1	Limo con argilla di colore grigio ....	LITOTIPO B	-21,00 ÷ -21,50	-21,250	18,04	944,0	240,00	3,9	177,3	-	-	415	207,5	175,5	350,19	175,1
2	RS3-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-30,00 ÷ -30,50	-30,250	34,36	1265,0	330,00	3,8	273,0	18,0	92,0	600	300,0	270,0	-	-
3	RS3-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,50	-35,250	24,99	1270,5	380,00	3,3	282,3	21,0	64,0	540	270,0	216,0	-	-
4	RS3-4	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-45,00 ÷ -45,50	-45,250	30,40	1324,0	480,00	2,8	377,3	-	-	600	300,0	270,0	745,94	373,0
5	RS3-5	Argilla con limo, di colore grigio ....	LITOTIPO B	-63,00 ÷ -63,50	-63,250	25,10	1294,0	660,00	2,0	251,3	21,0	45,0	600	300,0	270,0	-	-



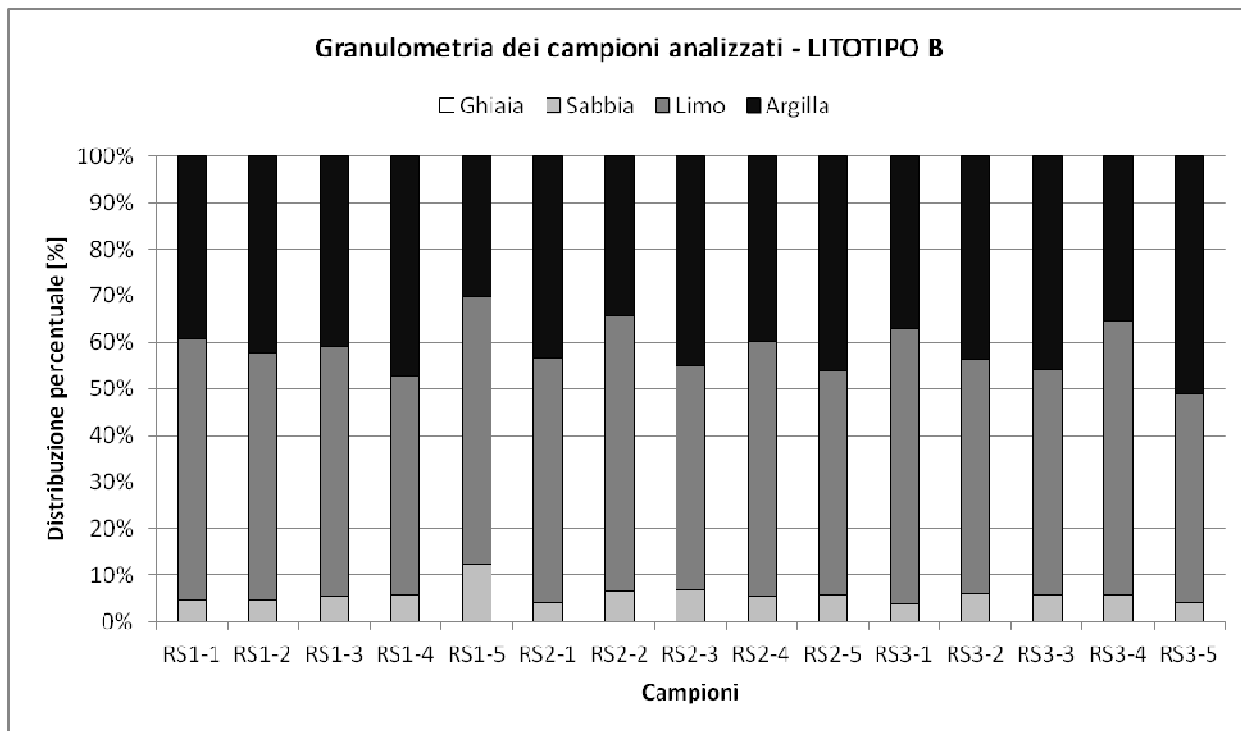








$\text{tg } \varphi'$	$\varphi'$ [rad]	$\varphi'$ [°]	$c'$		$\varphi'$ [°]	$c'$	
<b>0,473</b>	0,4418	25,3	<b>10,4</b>	da calcolo	<b>25,0</b>	<b>10,0</b>	valori arrotondati





	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>170</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 4 – Report di sintesi delle elaborazioni degli esiti delle prove di laboratorio relative ai sondaggi BS1, BS2 e BS3 (campagna BS2012 – lato mare)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>171</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

## **LEGENDA ESPLICATIVA TABELLE E GRAFICI**

### Analisi granulometrica

G % = frazione ghiaiosa ( $\Phi > 2$  mm), espressa in [%];

S % = frazione sabbiosa ( $0,06 < \Phi < 2$  mm), espressa in [%];

L % = frazione limosa ( $0,002 < \Phi < 0,06$  mm), espressa in [%];

A % = frazione ghiaiosa ( $\Phi < 0,002$  mm), espressa in [%].

### Parametri fisici e limiti di Atterberg

$\gamma_{\text{nat}}$  = peso dell'unità di volume allo stato naturale, espresso in [ $\text{kN}/\text{m}^3$ ];

$W_n$  = contenuto d'acqua allo stato naturale, espresso in [%];

$\gamma_s$  = peso specifico dei granuli, espresso in [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ];

LL = limite di liquidità, espresso in [%];

LP = limite di plasticità, espresso in [%];

LR = limite di ritiro, espresso in [%];

IP = indice di plasticità, espresso in [%];

IC = indice di consistenza, [adim];

A = indice di attività, [adim].

### Classifica Casagrande

C = Argille inorganiche;                      L = Bassa compressibilità;

M = Limi inorganici;                            I = Media compressibilità;

O = Argille e limi organici;                    H = Alta compressibilità.

### Prova edometrica

$E_{\text{ed}}$  = modulo edometrico, espresso in [MPa];

$\sigma_{\text{preconsolidaz}}$  = pressione di consolidazione o di preconsolidazione, espressa in [kPa];


$\sigma'_{v0}$  = pressione litostatica efficace in posto, espressa in [kPa];

O.C.R. = grado di sovraconsolidazione, [adim].

Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.) (prove triassiali consolidate-non drenate o non consolidate-non drenate)

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa];

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio, espresso in [°];

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>			
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>			
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>172</b>	Di <i>of</i>	<b>266</b>

$c'$  = coesione efficace, espressa in [kPa].

Pocket penetrometer

$R_p$  = resistenza alla punta, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Torvane

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Prova ELL (prova di compressione ad espansione laterale libera)

$\sigma$  = pressione di rottura del provino, espressa in [kPa];

$C_u$  = coesione non drenata, espressa in [kPa].

Litotipo B = Argille plioceniche di base

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BS1**

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg							Classifica Casagrande		
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	LR [%]	IP [%]		IC [-]	A [-]
1	BS1-1	Limo con argilla, debolmento sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-23,00 ÷ -23,50	-23,250	indisturbato	0,0	5,4	51,5	43,1	20,4	21,8	2,74	42,0	21,2	14,4	20,8	1,0	0,5	CI
2	BS1-2	Argilla con limo, debolmenta sabbiosa, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-33,00 ÷ -33,50	-33,250	indisturbato	0,0	5,4	42,3	52,3	19,3	29,1	2,73	48,4	24,0	20,4	24,4	0,8	0,5	CI
3	BS1-3	Limo con argilla, debolmento sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-43,00 ÷ -43,50	-43,250	indisturbato	0,0	7,6	52,6	39,7	20,2	24,0	2,73	46,6	22,7	16,1	23,9	0,9	0,6	CI
4	BS1-4	Limo con argilla, debolmento sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-53,00 ÷ -53,50	-53,250	indisturbato	0,0	6,1	48,6	45,3	20,2	23,6	2,73	58,2	22,9	16,6	35,2	1,0	0,8	CH
5	BS1-5	Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-63,00 ÷ -63,50	-63,250	indisturbato	0,0	12,4	56,9	30,7	21,3	17,8	2,72	39,2	18,0	13,2	21,2	1,0	0,7	CI

ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.)			Pocket penetrometer		Torvane	Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BS1-1	Limo con argilla, debolmento sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-23,00 ÷ -23,50	-23,250	22,29	1321,0	60,00	22,02	202,3	22,0	36,0	430	215,0	190,4	-	-
2	BS1-2	Argilla con limo, debolmenta sabbiosa, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-33,00 ÷ -33,50	-33,250	21,06	980,0	160,00	6,13	272,0	-	-	600	300,0	270,0	474,55	237,3
3	BS1-3	Limo con argilla, debolmento sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-43,00 ÷ -43,50	-43,250	26,40	1236,0	260,00	4,75	282,3	28,0	0,0	600	300,0	270,0	-	-
4	BS1-4	Limo con argilla, debolmento sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-53,00 ÷ -53,50	-53,250	27,91	1205,0	360,00	3,35	364,7	-	-	525	262,5	222,8	707,56	353,8
5	BS1-5	Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-63,00 ÷ -63,50	-63,250	29,42	1482,5	460,00	3,22	343,0	26,0	3,0	525	262,5	202,5	-	-

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BS2**

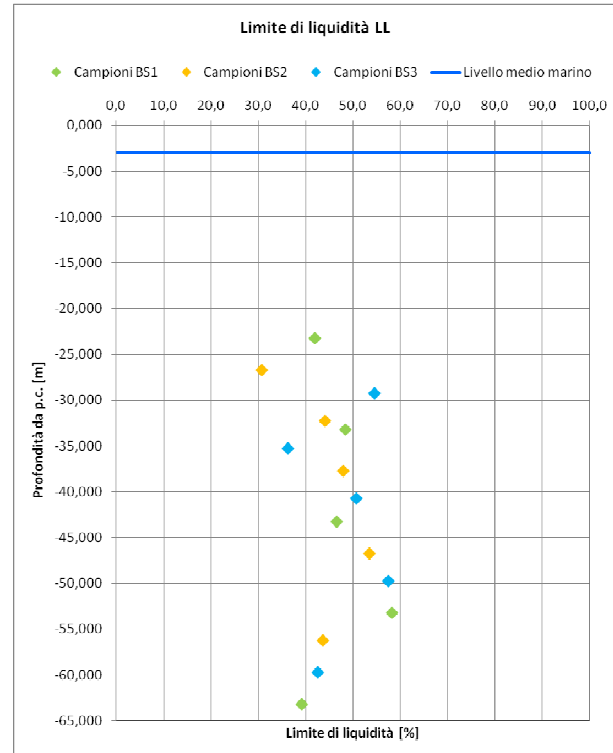
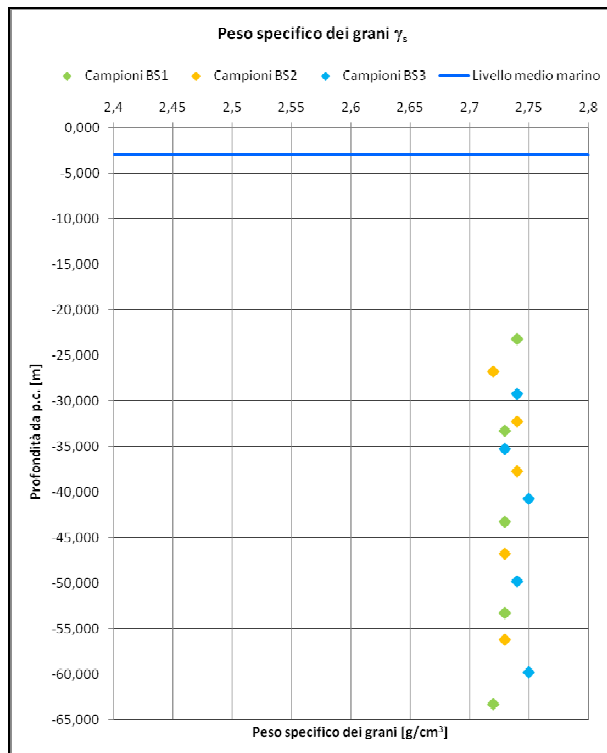
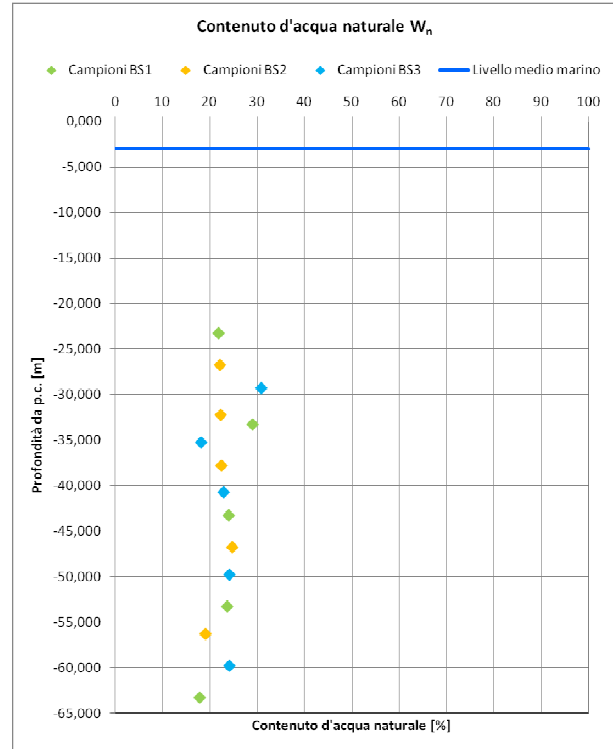
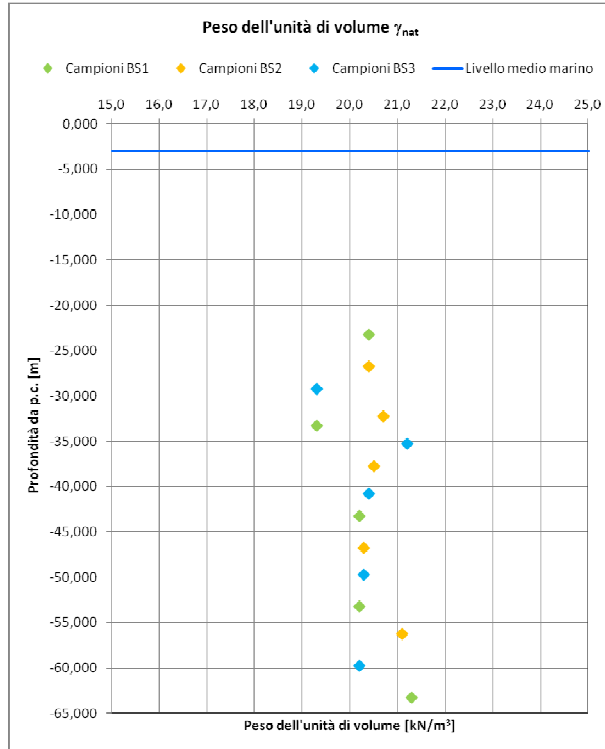
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg								Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	LR [%]	IP [%]	IC [-]		A [-]
1	BS2-1	Limo argilloso sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-26,50 ÷ -27,00	-26,750	indisturbato	0,0	17,9	59,3	22,8	20,4	22,1	2,72	30,8	19,2	14,9	11,6	0,8	0,5	CI
2	BS2-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-32,00 ÷ -32,50	-32,250	indisturbato	0,0	6,5	56,6	36,9	20,7	22,3	2,74	44,1	18,8	12,8	25,3	0,9	0,7	CI
3	BS2-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-37,50 ÷ -38,00	-37,750	indisturbato	0,0	5,5	57,2	37,3	20,5	22,4	2,74	47,9	20,4	13,8	27,5	0,9	0,7	CI
4	BS2-4	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-46,50 ÷ -47,00	-46,750	indisturbato	0,0	5,8	49,9	44,4	20,3	24,8	2,73	53,5	21,0	16,3	32,4	0,9	0,7	CH
5	BS2-5	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-56,00 ÷ -56,50	-56,250	indisturbato	0,0	7,6	56,6	35,8	21,1	19,0	2,73	43,6	20,1	13,5	23,5	1,0	0,7	CI

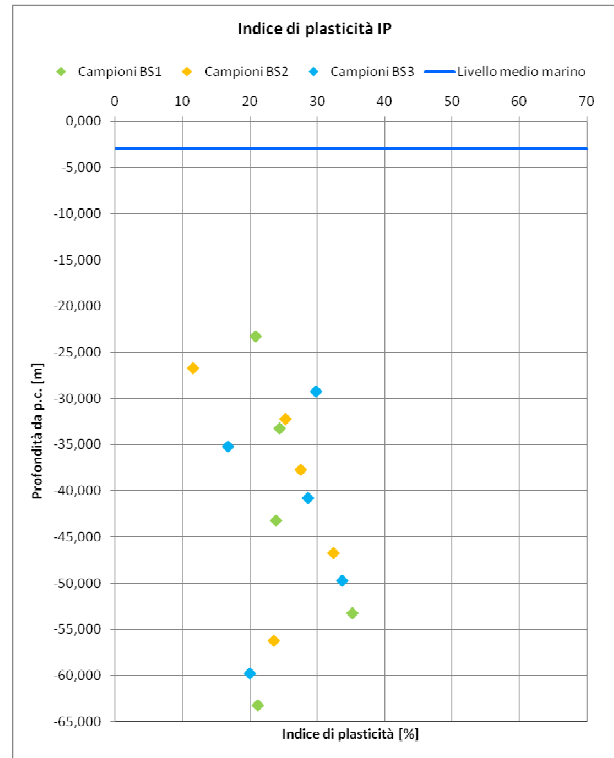
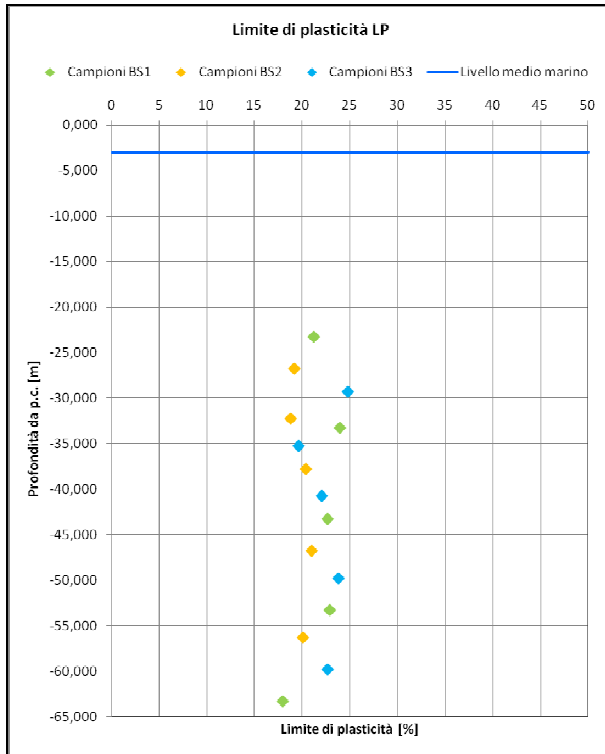
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.)			Pocket penetrometer		Torvane	Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BS2-1	Limo argilloso sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-26,50 ÷ -27,00	-26,750	23,16	1336,5	90,00	14,85	249,7	-	-	395	197,5	148,5	472,59	236,3
2	BS2-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-32,00 ÷ -32,50	-32,250	23,36	1040,0	145,00	7,17	239,0	23,0	33,0	495	247,5	229,5	-	-
3	BS2-3	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-37,50 ÷ -38,00	-37,750	22,41	1100,0	200,00	5,50	263,7	-	-	480	240,0	197,1	500,34	250,2
4	BS2-4	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-46,50 ÷ -47,00	-46,750	25,27	1060,0	290,00	3,66	289,0	22,0	47,0	600	300,0	270,0	-	-
5	BS2-5	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-56,00 ÷ -56,50	-56,250	32,71	1132,0	385,00	2,94	350,3	21,0	87,0	570	285,0	222,8	-	-

**QUADRO RIASSUNTIVO ESITI PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI PRELEVATI NEL SONDAGGIO BS3**

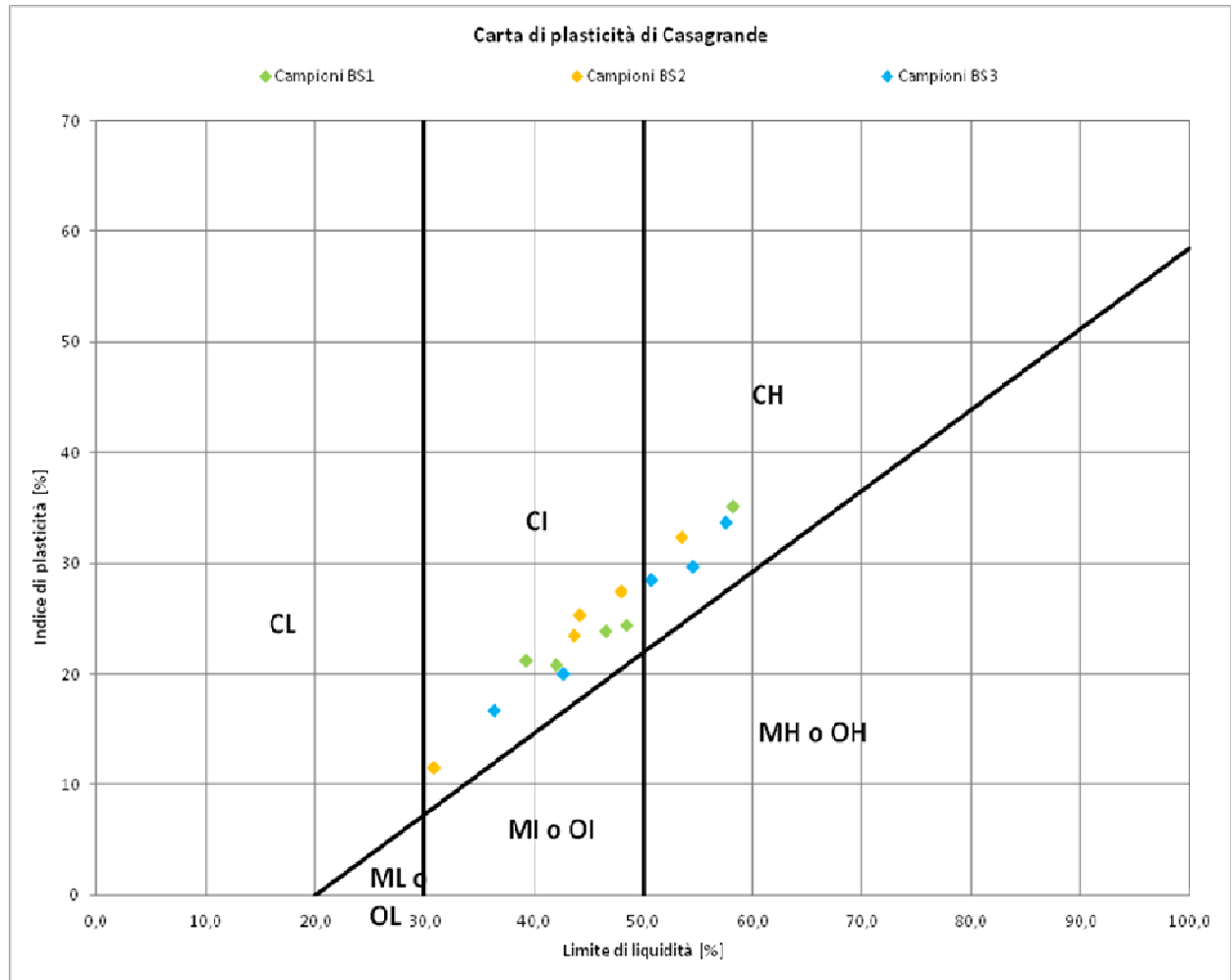
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Note	Analisi granulometrica				Parametri fisici e limiti di Atterberg								Classifica Casagrande	
							G %	S %	L %	A %	$\gamma_{nat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$W_n$ [%]	$\gamma_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	LL [%]	LP [%]	LR [%]	IP [%]	IC [-]		A [-]
1	BS3-1	Argilla con limo, debolmente sabbiosa, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-29,00 ÷ -29,50	-29,250	indisturbato	0,0	6,3	46,4	47,3	19,3	30,9	2,74	54,5	24,8	14,8	29,8	0,8	0,6	CH
2	BS3-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,50	-35,250	indisturbato	0,0	8,5	58,7	32,8	21,2	18,2	2,73	36,3	19,6	15,2	16,7	1,1	0,5	CI
3	BS3-3	Limo con argilla di colore grigio .....	LITOTIPO B	-40,50 ÷ -41,00	-40,750	indisturbato	0,0	3,8	50,8	45,4	20,4	22,9	2,75	50,7	22,1	16,6	28,6	1,0	0,6	CH
4	BS3-4	Limo con argilla di colore grigio .....	LITOTIPO B	-49,50 ÷ -50,00	-49,750	indisturbato	0,0	4,2	48,8	47,0	20,3	24,1	2,74	57,5	23,8	15,7	33,7	1,0	0,7	CH
5	BS3-5	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-59,50 ÷ -60,00	-59,750	indisturbato	0,0	8,3	50,9	40,8	20,2	24,1	2,75	42,6	22,7	17,9	20,0	0,9	0,5	CI

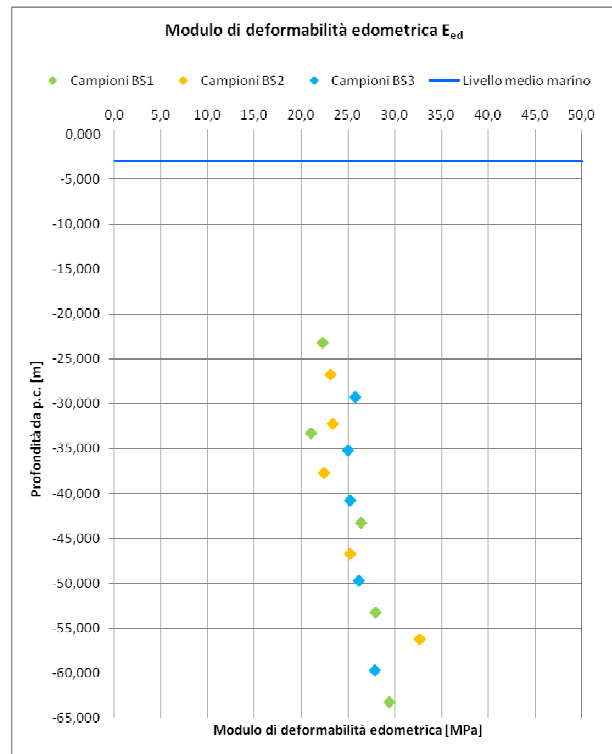
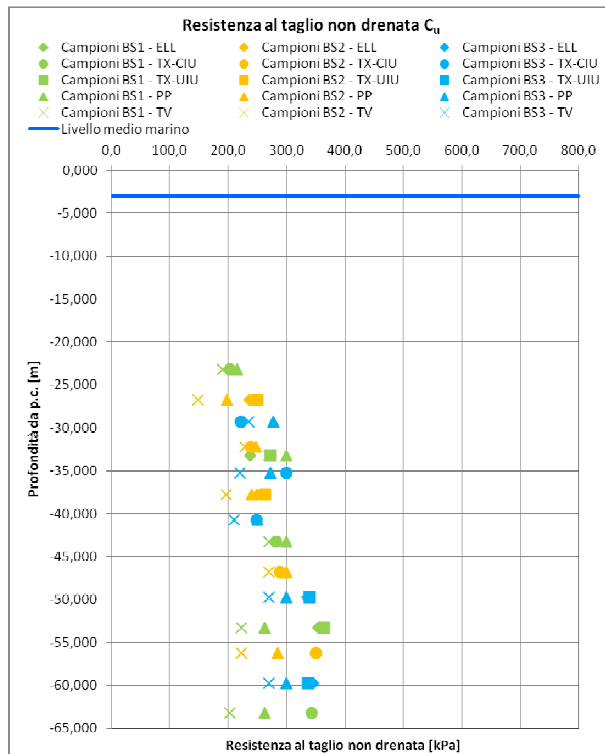
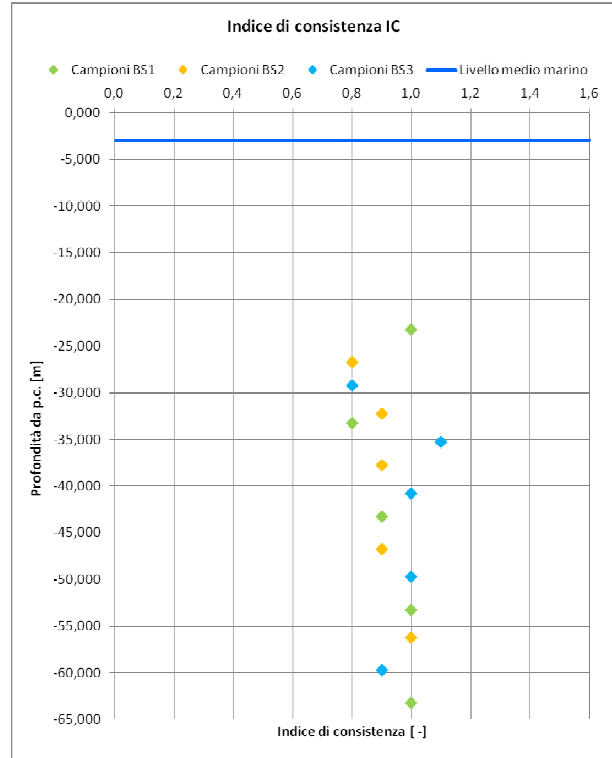
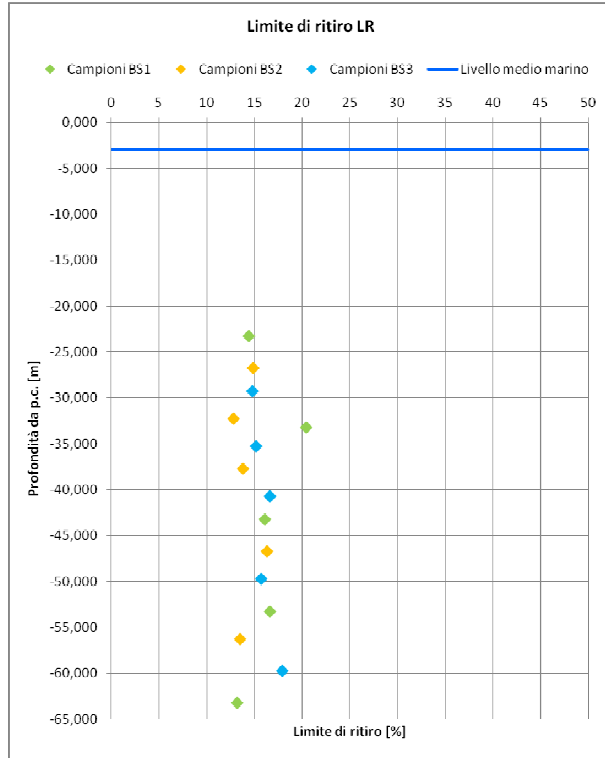
ID n.	ID campione	Descrizione terreno	Litotipo di riferimento	Profondità di prelievo da p.c. [m]	Profondità media da p.c. [m]	Prova edometrica				Prova TX – (C.I.U. o U.I.U.)			Pocket penetrometer		Torvane	Prova ELL	
						$E_{ed}$ [MPa]	$\sigma_{preconsolidaz}$ [kPa]	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	O.C.R. [-]	$C_u$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$R_p$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$\sigma$ [kPa]	$C_u$ [kPa]
1	BS3-1	Argilla con limo, debolmente sabbiosa, di colore grigio-verdastro .....	LITOTIPO B	-29,00 ÷ -29,50	-29,250	25,81	1429,0	120,00	11,91	221,0	23,0	69,0	555	277,5	234,9	-	-
2	BS3-2	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-35,00 ÷ -35,50	-35,250	25,00	988,5	180,00	5,49	299,0	19,0	115,0	545	272,5	220,1	-	-
3	BS3-3	Limo con argilla di colore grigio .....	LITOTIPO B	-40,50 ÷ -41,00	-40,750	25,27	1273,5	235,00	5,42	248,7	24,0	0,0	500	250,0	210,6	-	-
4	BS3-4	Limo con argilla di colore grigio .....	LITOTIPO B	-49,50 ÷ -50,00	-49,750	26,14	1260,0	325,00	3,88	339,3	-	-	600	300,0	270,0	671,57	335,8
5	BS3-5	Limo con argilla, debolmente sabbioso, di colore grigio .....	LITOTIPO B	-59,50 ÷ -60,00	-59,750	27,84	1106,0	425,00	2,60	336,7	-	-	600	300,0	270,0	690,19	345,1

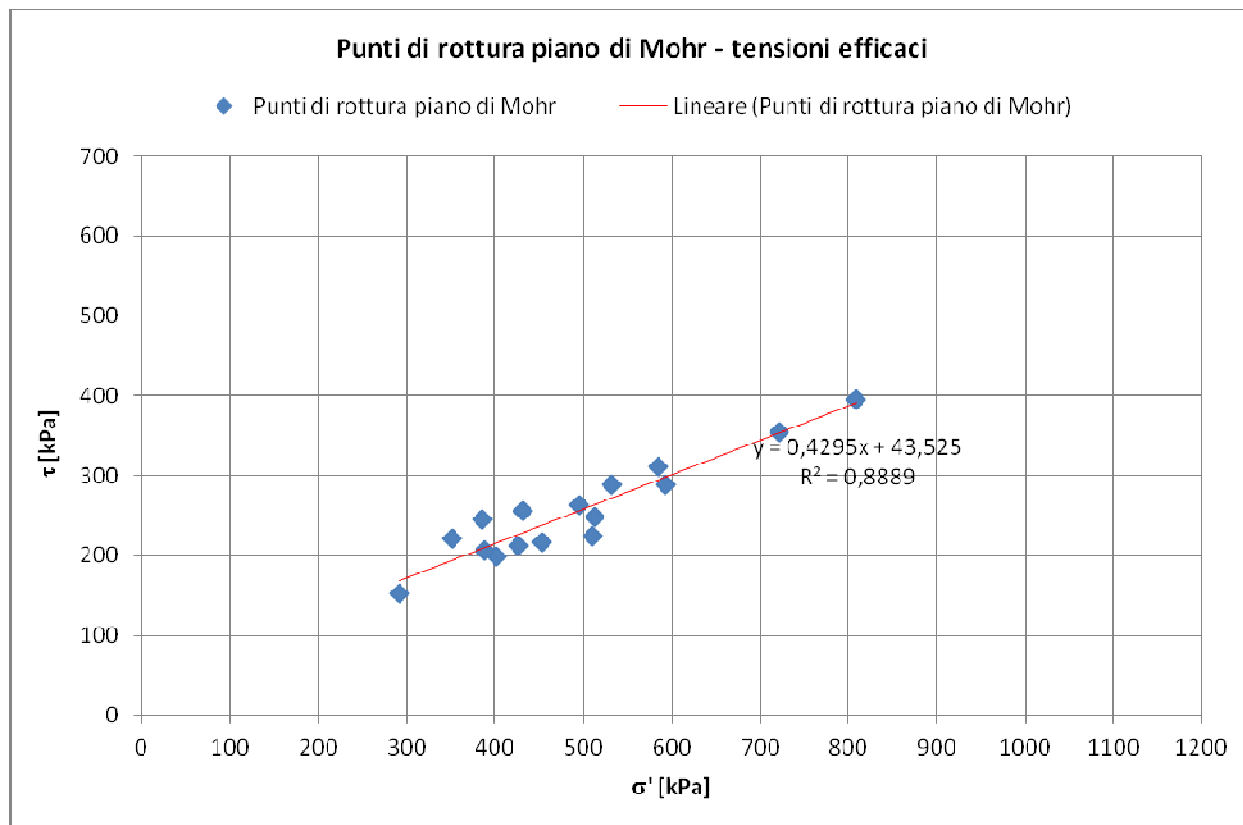




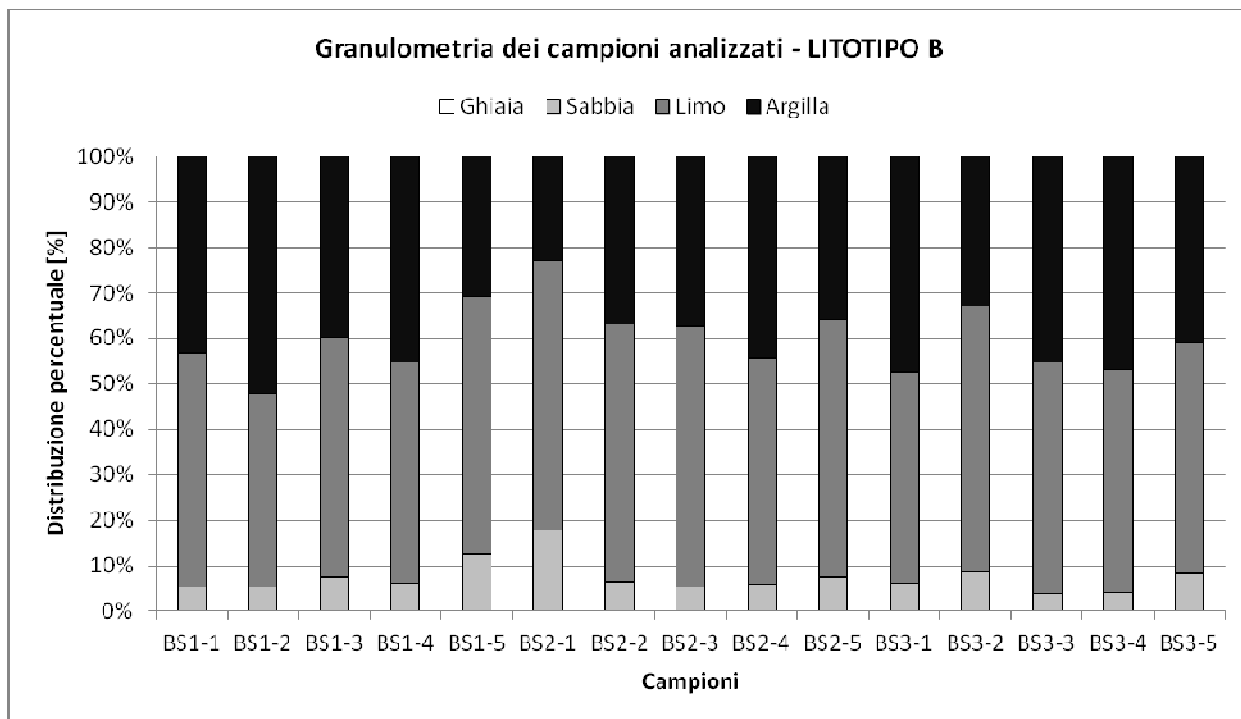








tg $\phi'$	$\phi'$ [rad]	$\phi'$ [°]	$c'$		$\phi'$ [°]	$c'$	
0,4295	0,4057	23,2	43,5	da calcolo	23,0	40,0	valori arrotondati



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>182</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 5 – Sezioni stratigrafiche trasversali (vedi tavola fuori testo)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>183</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 6 – Sezioni stratigrafiche longitudinali (vedi tavole fuori testo)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>184</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

## ALLEGATO 7 – Schemi geotecnici di riferimento lato banchina

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>185</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

## ALLEGATO 8 – Schemi geotecnici di riferimento lato mare



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i>	<b>186</b> Di <i>of</i>

**ALLEGATO 9 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze verticali  
(resistenza)**

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>187</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO TERRA DIETRO TRAVE – (RESISTENZA)**

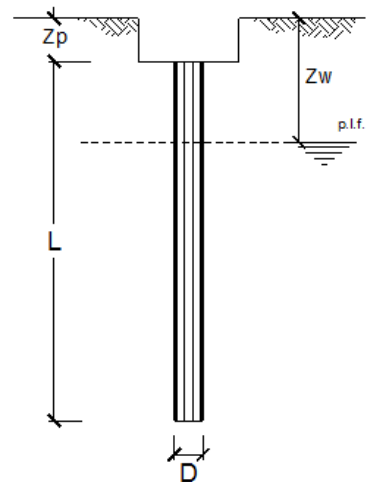
**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale      **OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra - dietro trave

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m)      Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m)      Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **3638** (kN)      Carico Assiale variabile (Q): **1323** (kN)  
 Numero di strati **4**      L<sub>palo</sub> = **46,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	●	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	○	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,50			210,0
4	23,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,00			135,0
4	23,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35



**PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document  
**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **189** Di **266**  
Page of

RISULTATI												
Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm	Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(-)	(m)		(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
1	15,00	riempimento	0,0					0,0				
2	1,70	depositi incoerenti	0,0					0,0				
3	6,30	argille sup.	1.745,7					1.122,2				
4	23,00	argille inf.	8.193,9	0,0	9,0	3.397,0	3.841,9	5.917,8	0,0	9,0	2.695,8	3.048,9
<b>CARICO ASSIALE AGENTE</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE MEDIA</b>					<b>CAPACITA' PORTANTE MINIMA</b>				
$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$			base	$R_{b,cal med} =$		3841,9 (kN)		base	$R_{b,cal min} =$		3048,9 (kN)	
$N_d =$ <b>5357,9 (kN)</b>			laterale	$R_{s,cal med} =$		9939,6 (kN)		laterale	$R_{s,cal min} =$		7040,0 (kN)	
			totale	$R_{c,cal med} =$		13781,4 (kN)		totale	$R_{c,cal min} =$		10088,9 (kN)	
<b>CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO</b>									
$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\xi_b ; R_{b,cal min}/\xi_b) =$			2519,7 (kN)		$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$		$F_s = R_{c,d} / N_d$					
$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\xi_s ; R_{s,cal min}/\xi_s) =$			5818,2 (kN)		$R_{c,d} =$ 5494,8 (kN)		$F_s =$ 1,03					
$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} =$			8337,9 (kN)									

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>190</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO TERRA DIETRO  
TRAVE - SISMA (RESISTENZA)**

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

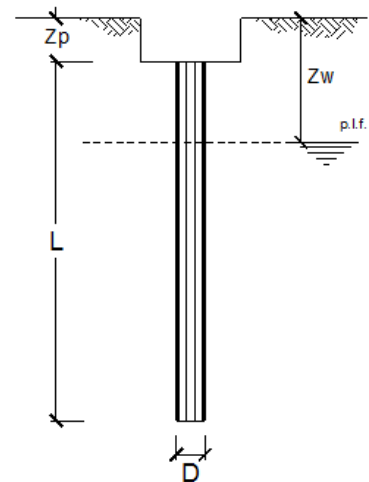
**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale

**OPERA:** Banch. esist.: via di corsa lato terra dietro trave - sisma

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **0** (kN) Carico Assiale variabile (Q): **6567** (kN)  
 Numero di strati **4** L<sub>palo</sub> = **46,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	●	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,50			210,0
4	23,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,00			135,0
4	23,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>193</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE – (RESISTENZA)**



**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

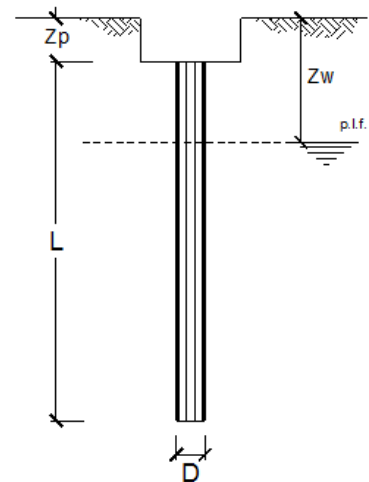
**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra - no trave

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **3650** (kN) Carico Assiale variabile (Q): **1154** (kN)  
 Numero di strati **4** L<sub>palo</sub> = **46,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	●	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	○	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,50			210,0
4	23,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,00			135,0
4	23,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35



**PORTO DI TARANTO  
RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO  
AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina  
Page

**195**

Di  
of

**266**

<b>RISULTATI</b>												
Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm	Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(-)	(m)		(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
1	15,00	riempimento	0,0					0,0				
2	1,70	depositi incoerenti	0,0					0,0				
3	6,30	argille sup.	1.745,7					1.122,2				
4	23,00	argille inf.	8.193,9	0,0	9,0	3.397,0	3.841,9	5.917,8	0,0	9,0	2.695,8	3.048,9
<b>CARICO ASSIALE AGENTE</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE MEDIA</b>					<b>CAPACITA' PORTANTE MINIMA</b>				
$N_d = N_q \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$			base $R_{b,cal\ med} =$ 3841,9 (kN)					base $R_{b,cal\ min} =$ 3048,9 (kN)				
$N_d =$ 5150,2 (kN)			laterale $R_{s,cal\ med} =$ 9939,6 (kN)					laterale $R_{s,cal\ min} =$ 7040,0 (kN)				
			totale $R_{c,cal\ med} =$ 13781,4 (kN)					totale $R_{c,cal\ min} =$ 10088,9 (kN)				
<b>CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO</b>									
$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_b ; R_{b,cal\ min}/\xi_d) =$			$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$					$F_s = R_{c,d} / N_d$				
2519,7 (kN)			5494,8 (kN)					1,07				
$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_s ; R_{s,cal\ min}/\xi_d) =$												
5818,2 (kN)												
$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} =$			8337,9 (kN)									

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>196</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE - SISMA (RESISTENZA)**

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

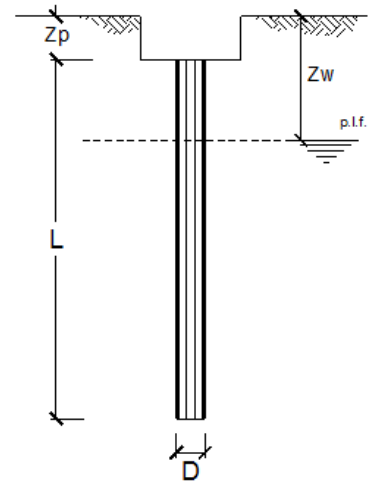
**CANTIERE:** PORTO TARANTO

**OPERA:** Banch. esist.: via di corsa lato terra no trave - sisma

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **0** (kN) Carico Assiale variabile (Q): **6769** (kN)  
 Numero di strati **4** L<sub>palo</sub> = **46,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
		γ <sub>s</sub>	γ <sub>Q</sub>				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,50			210,0
4	23,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	riempimento	19,00	0,0	0,0	
2	1,70	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	6,30	argille sup.	19,00			135,0
4	23,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

RISULTATI													
Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)					
			Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm	Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm	
(-)	(m)		(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)	
1	15,00	riempimento	0,0					0,0					
2	1,70	depositi incoerenti	0,0					0,0					
3	6,30	argille sup.	1.745,7					1.122,2					
4	23,00	argille inf.	8.193,9	0,0	9,0	3.397,0	3.841,9	5.917,8	0,0	9,0	2.695,8	3.048,9	
<b>CARICO ASSIALE AGENTE</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE MEDIA</b>					<b>CAPACITA' PORTANTE MINIMA</b>					
$N_d = N_q \cdot \gamma_g + N_c \cdot \gamma_q$			base $R_{b,cal\ med} =$ 3841,9 (kN)					base $R_{b,cal\ min} =$ 3048,9 (kN)					
$N_d =$ <b>6769,0 (kN)</b>			laterale $R_{s,cal\ med} =$ 9939,6 (kN)					laterale $R_{s,cal\ min} =$ 7040,0 (kN)					
			totale $R_{c,cal\ med} =$ 13781,4 (kN)					totale $R_{c,cal\ min} =$ 10088,9 (kN)					
<b>CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO</b>										
$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_b ; R_{b,cal\ min}/\xi_d) =$ <b>2519,7 (kN)</b>			$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$						$F_s = R_{c,d} / N_d$				
$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_s ; R_{s,cal\ min}/\xi_d) =$ <b>5818,2 (kN)</b>			$R_{c,d} =$ <b>6925,8 (kN)</b>						$F_s =$ <b>1,02</b>				
$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} =$ <b>8337,9 (kN)</b>													

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>199</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE FILA  
ESTERNA (LM\_M) – COMBINAZIONE A (RESISTENZA)**

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

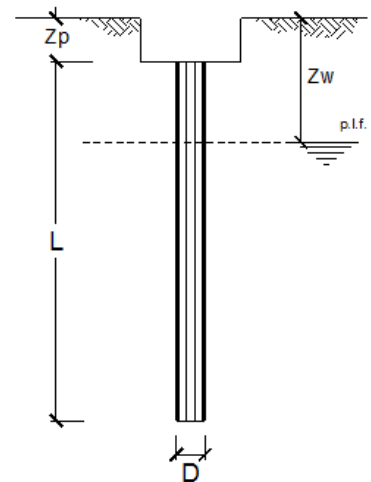
**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale

**OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare fila ext - comb.A

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **5386** (kN) Carico Assiale variabile (Q): **549** (kN)  
 Numero di strati **4** L<sub>palo</sub> = **54,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	●	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	○	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,50			210,0
4	31,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,00			135,0
4	31,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

**PROGETTO DEFINITIVO**


Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **201**  
Page Di of **266**

RISULTATI												
Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm	Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(-)	(m)		(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
1	15,00	mare	0,0					0,0				
2	4,40	depositi incoerenti	0,0					0,0				
3	3,60	argille sup.	997,5					641,3				
4	31,00	argille inf.	11.044,0	0,0	9,0	3.364,9	3.805,6	7.976,2	0,0	9,0	2.657,1	3.005,1
<b>CARICO ASSIALE AGENTE</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE MEDIA</b>					<b>CAPACITA' PORTANTE MINIMA</b>				
$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$			base		$R_{b,cal med} =$			base		$R_{b,cal min} =$		
<b>Nd = 7825,3 (kN)</b>					3805,6 (kN)					3005,1 (kN)		
			laterale		$R_{s,cal med} =$			laterale		$R_{s,cal min} =$		
					12041,5 (kN)					8617,5 (kN)		
			totale		$R_{c,cal med} =$			totale		$R_{c,cal min} =$		
					15847,1 (kN)					11622,6 (kN)		
<b>CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO</b>									
$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\zeta_b ; R_{b,cal min}/\zeta_b) =$			<b>2483,6 (kN)</b>			$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$			$F_s = R_{c,d} / N_d$			
$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\zeta_s ; R_{s,cal min}/\zeta_s) =$			<b>7121,9 (kN)</b>			$R_{c,d} =$ <b>8032,6 (kN)</b>			$F_s =$ <b>1,03</b>			
$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} =$			<b>9605,4 (kN)</b>									



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>202</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE FILA  
ESTERNA (LM\_M) – COMBINAZIONE B (RESISTENZA)**

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

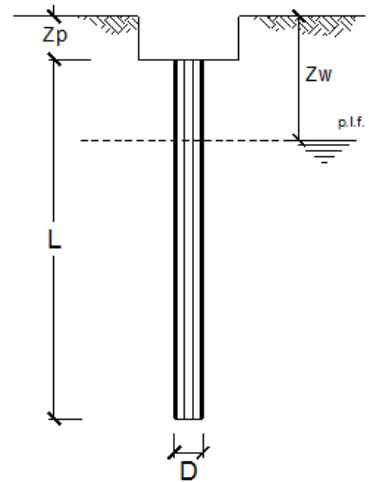
**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale

**OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare fila ext - comb.B

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m)      Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m)      Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **4123** (kN)      Carico Assiale variabile (Q): **1646** (kN)  
 Numero di strati **4**      L<sub>palo</sub> = **54,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	●	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	○	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,50			210,0
4	31,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,00			135,0
4	31,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>205</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE FILA  
ESTERNA (LM\_M) – SISMA (RESISTENZA)**

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

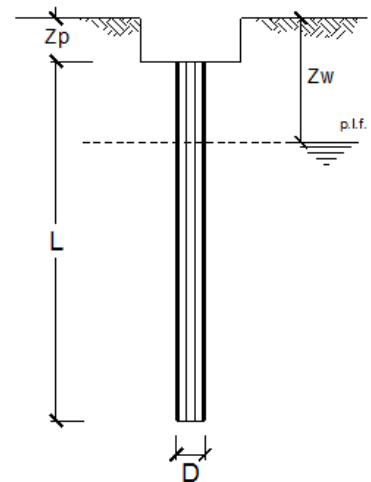
**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale

**OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare fila ext - sisma

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **0** (kN) Carico Assiale variabile (Q): **7624** (kN)  
 Numero di strati **4** L<sub>palo</sub> = **54,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	●	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88	○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,50			210,0
4	31,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,00			135,0
4	31,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **207** Di **266**  
 Page **207** of **266**

<b>RISULTATI</b>												
Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm	Qsi	Nq	Nc	qb	Qbm
(-)	(m)		(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)	(kN)	(-)	(-)	(kPa)	(kN)
1	15,00	mare	0,0					0,0				
2	4,40	depositi incoerenti	0,0					0,0				
3	3,60	argille sup.	997,5					641,3				
4	31,00	argille inf.	11.044,0	0,0	9,0	3.364,9	3.805,6	7.976,2	0,0	9,0	2.657,1	3.005,1
<b>CARICO ASSIALE AGENTE</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE MEDIA</b>					<b>CAPACITA' PORTANTE MINIMA</b>				
$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$			base $R_{b,cal\ med} = 3805,6\ (kN)$					base $R_{b,cal\ min} = 3005,1\ (kN)$				
$N_d = 7624,0\ (kN)$			laterale $R_{s,cal\ med} = 12041,5\ (kN)$					laterale $R_{s,cal\ min} = 8617,5\ (kN)$				
			totale $R_{c,cal\ med} = 15847,1\ (kN)$					totale $R_{c,cal\ min} = 11622,6\ (kN)$				
<b>CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO</b>									
$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_b ; R_{b,cal\ min}/\xi_d) = 2483,6\ (kN)$			$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$					$F_s = R_{c,d} / N_d$				
$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_s ; R_{s,cal\ min}/\xi_d) = 7121,9\ (kN)$			$R_{c,d} = 8032,6\ (kN)$					$F_s = 1,05$				
$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 9605,4\ (kN)$												

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>208</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE FILA  
INTERNA (LM\_T) – COMBINAZIONE A (RESISTENZA)**

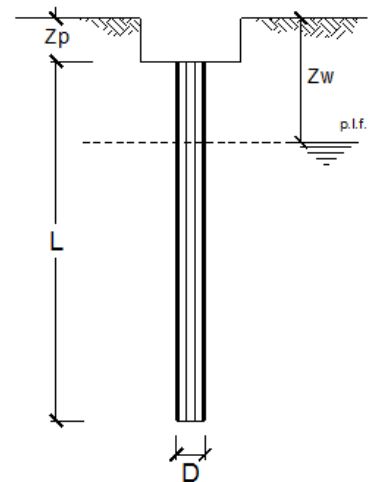
**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale      **OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare fila int - comb.A

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m)      Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m)      Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **3018** (kN)      Carico Assiale variabile (Q): **719** (kN)  
 Numero di strati **4**      L<sub>palo</sub> = **45,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	●	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	○	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88	○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,50			210,0
4	22,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,00			135,0
4	22,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35





	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>211</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE FILA  
INTERNA (LM\_T) – COMBINAZIONE B (RESISTENZA)**

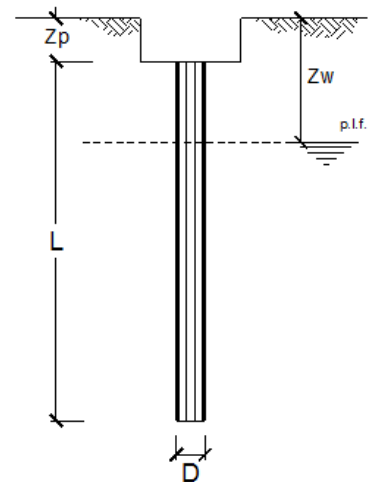
**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale      **OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare fila int - comb.B

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m)      Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m)      Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **2731** (kN)      Carico Assiale variabile (Q): **1208** (kN)  
 Numero di strati **4**      L<sub>palo</sub> = **45,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
		γ <sub>s</sub>	γ <sub>Q</sub>				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,50			210,0
4	22,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,00			135,0
4	22,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

<b>RISULTATI</b>												
Strato	Spess (-) (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)	Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)
1	15,00	mare	0,0					0,0				
2	4,40	depositi incoerenti	0,0					0,0				
3	3,60	argille sup.	997,5					641,3				
4	22,00	argille inf.	7.837,6	0,0	9,0	3.180,4	3.596,9	5.660,5	0,0	9,0	2.481,6	2.806,6
<b>CARICO ASSIALE AGENTE</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE MEDIA</b>					<b>CAPACITA' PORTANTE MINIMA</b>				
$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$			base		$R_{b,cal\ med} = 3596,9 \text{ (kN)}$			base		$R_{b,cal\ min} = 2806,6 \text{ (kN)}$		
$N_d = 4301,4 \text{ (kN)}$			laterale		$R_{s,cal\ med} = 8835,2 \text{ (kN)}$			laterale		$R_{s,cal\ min} = 6301,8 \text{ (kN)}$		
			totale		$R_{c,cal\ med} = 12432,1 \text{ (kN)}$			totale		$R_{c,cal\ min} = 9108,4 \text{ (kN)}$		
<b>CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO</b>									
$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_s ; R_{b,cal\ min}/\xi_s) = 2319,5 \text{ (kN)}$			$R_{c,d} = R_{bk}/\gamma_b + R_{sk}/\gamma_s$					$F_s = R_{c,d} / N_d$				
$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_s ; R_{s,cal\ min}/\xi_s) = 5208,1 \text{ (kN)}$			$R_{c,d} = 4956,2 \text{ (kN)}$					$F_s = 1,15$				
$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 7527,6 \text{ (kN)}$												

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>214</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE FILA  
INTERNA (LM\_T) – SISMA (RESISTENZA)**

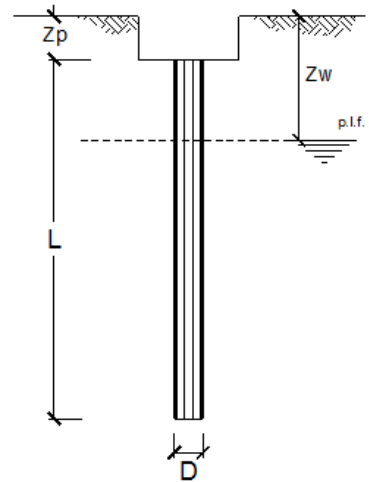
**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

**CANTIERE:** Porto di Taranto adeguamento molo polisettoriale      **OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare fila int - sisma

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1,20** (m)      Area del Palo (A<sub>p</sub>): **1,131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **3,00** (m)      Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **3,00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **0** (kN)      Carico Assiale variabile (Q): **4551** (kN)  
 Numero di strati **4**      L<sub>palo</sub> = **45,00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,70	1,45	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,35	1,15	1,25
	SISMA	●	1,00	1,00	1,35	1,15	1,25
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,10	1,20	1,50	1,30	1,30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ <sub>4</sub>	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' med (kPa)	φ med (°)	C <sub>u</sub> med (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,50			210,0
4	22,00	argille inf.	20,50			270,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	C' min (kPa)	φ min (°)	C <sub>u</sub> min (kPa)
1	15,00	mare	10,00	0,0	0,0	
2	4,40	depositi incoerenti	18,00	0,0	0,0	
3	3,60	argille sup.	19,00			135,0
4	22,00	argille inf.	19,50			195,0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0,00	0,00		
0,00	0,00		
0,00	0,00		0,35
0,00	0,00		0,35



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>217</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 10 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze verticali (cedimenti)**



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>218</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

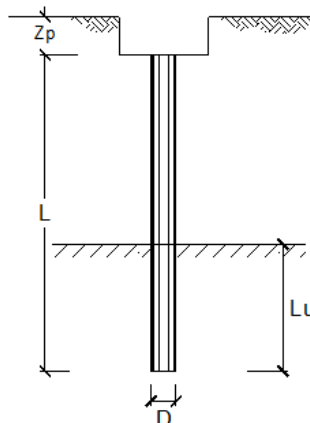
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO TERRA – SOLO  
N(G)MAX (DEFORMAZIONI)**

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra

**DATI DI IMPUT:**

Diametro del Palo (D): 1,20 (m)  
 Carico sul palo (P): 1379,3 (kN)  
 Lunghezza del Palo (L): 46,00 (m)  
 Lunghezza Utile del Palo (Lu): 29,30 (m)  
 Modulo di Deformazione (E): 23,00 (MPa)  
 Numero di pali della Palificata (n): 14 (-)  
 Spaziatura dei pali (s): 3,0 (m)



**CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:**

$$\delta = \beta * P / E * L_{utile}$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{utile} / D): 1,89 (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta * P / E * L_{utile} = 3,86 \text{ (mm)}$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>220</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

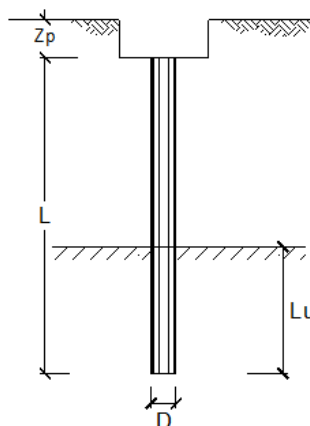
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO TERRA – COMB.  
2 (con vento) (DEFORMAZIONI)**

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

**OPERA:** Banch. esist.: via di corsa lato terra - comb. 2 (vento)

**DATI DI IMPUT:**

Diametro del Palo (D): 1,20 (m)  
 Carico sul palo (P): 2093,7 (kN)  
 Lunghezza del Palo (L): 46,00 (m)  
 Lunghezza Utile del Palo (Lu): 29,30 (m)  
 Modulo di Deformazione (E): 23,00 (MPa)  
 Numero di pali della Palificata (n): 14 (-)  
 Spaziatura dei pali (s): 3,0 (m)



**CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:**

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{\text{utile}}$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{\text{utile}} / D): 1,89 (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{\text{utile}} = 5,86 \text{ (mm)}$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>222</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

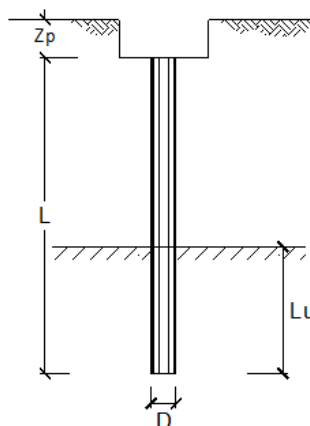
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE – SOLO  
N(G)<sub>MAX</sub> (DEFORMAZIONI)**

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

**OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare

**DATI DI IMPUT:**

Diametro del Palo (D): 1,20 (m)  
 Carico sul palo (P): 1145,6 (kN)  
 Lunghezza del Palo (L): 50,00 (m)  
 Lunghezza Utile del Palo (Lu): 30,60 (m)  
 Modulo di Deformazione (E): 23,00 (MPa)  
 Numero di pali della Palificata (n): 18 (-)  
 Spaziatura dei pali (s): 4,1 (m)



**CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:**

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{\text{utile}}$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{\text{utile}} / D): 1,91 (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{\text{utile}} = 3,10 \text{ (mm)}$$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>224</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

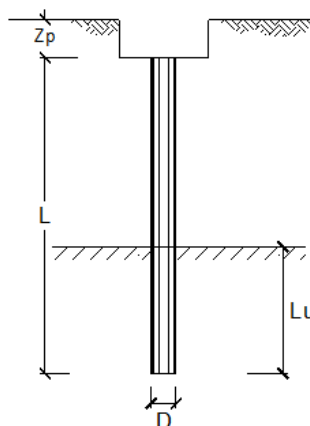
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE VERTICALI PALI LATO MARE – COMB. 1**  
**(con vento) (DEFORMAZIONI)**

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

**OPERA:** Nuovo impalcato: via di corsa lato mare - comb. 1 (vento)

**DATI DI IMPUT:**

Diametro del Palo (D): 1,20 (m)  
 Carico sul palo (P): 1282,8 (kN)  
 Lunghezza del Palo (L): 50,00 (m)  
 Lunghezza Utile del Palo (Lu): 30,60 (m)  
 Modulo di Deformazione (E): 23,00 (MPa)  
 Numero di pali della Palificata (n): 18 (-)  
 Spaziatura dei pali (s): 4,1 (m)



**CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:**

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{\text{utile}}$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{\text{utile}} / D): 1,91 (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{\text{utile}} = 3,48 \text{ (mm)}$$



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>226</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

## ALLEGATO 11 – Dettaglio calcolazioni stima coefficienti di Winkler

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>227</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

## REPORT DI CALCOLO COEFFICIENTI DI WINKLER LATO MARE



**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

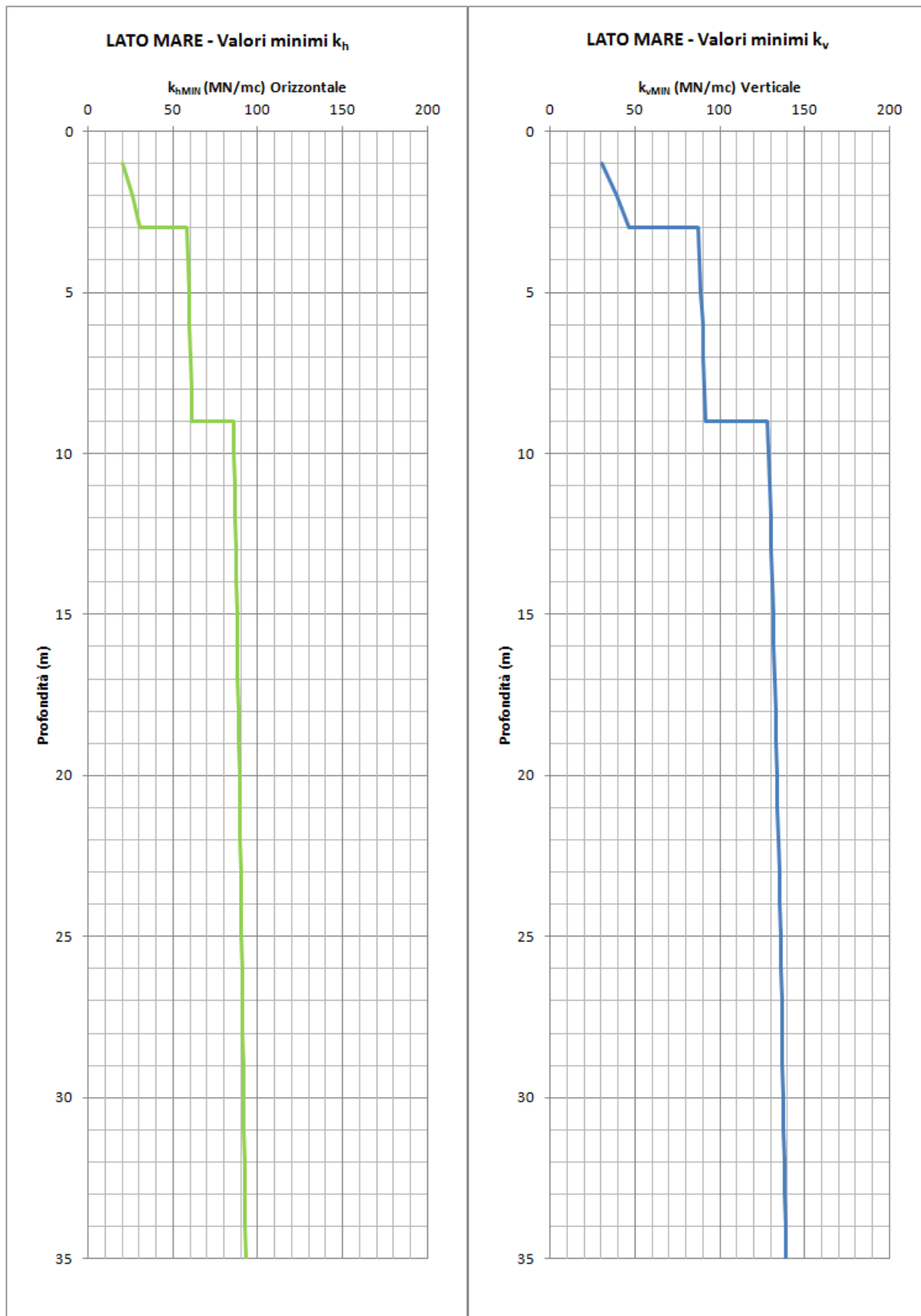
**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **228** Di **266**  
Page of

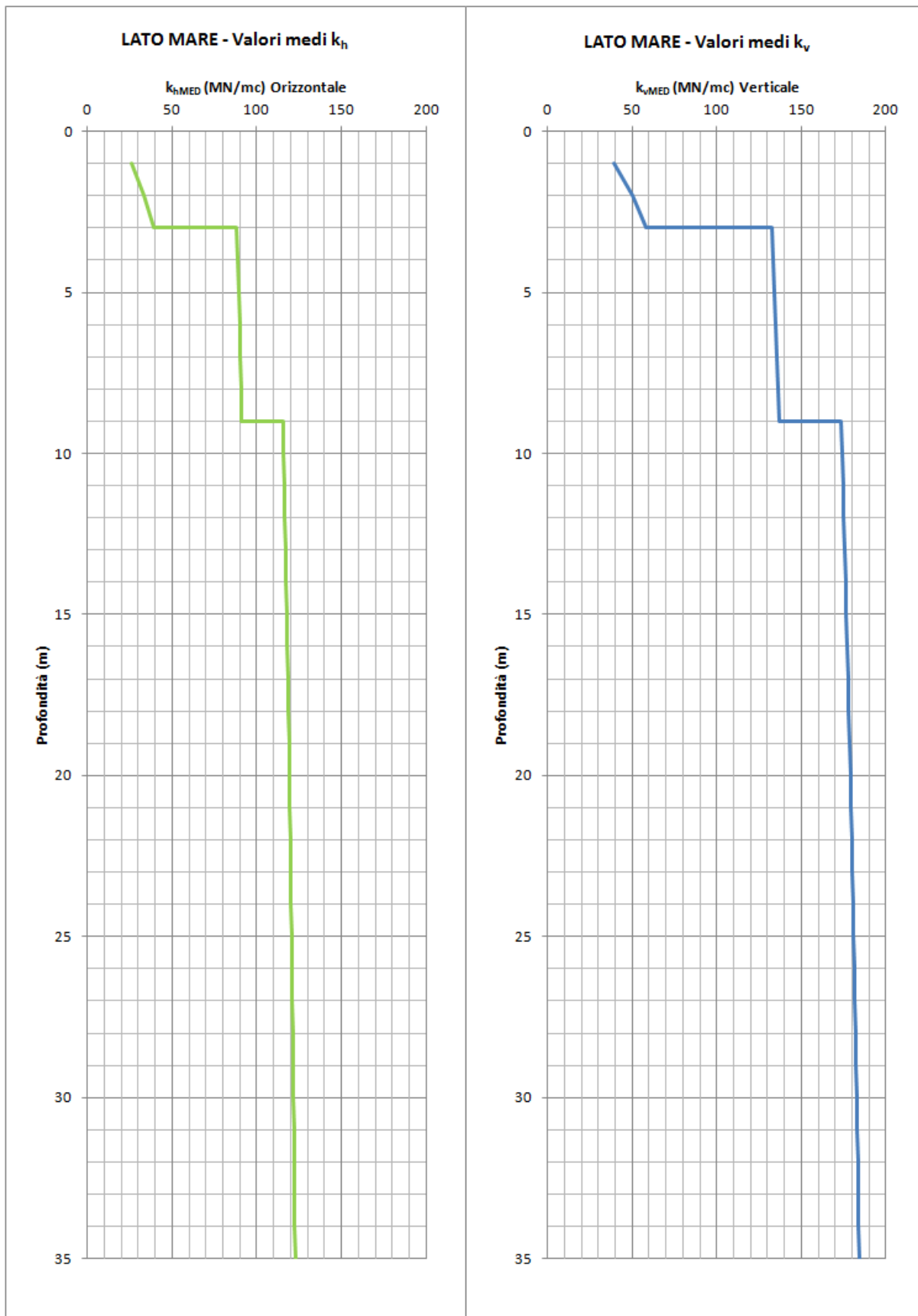
**PARAMETRI DI CALCOLO**

Diametro del palo =	<b>1,2</b>	m	
Cm	<b>1,5</b>	Contributo dovuto ai lati del palo per $D \geq 1,2$ m	
Fw1	<b>1,3</b>	Coefficiente forma per termini di $N_c$ e $N_\gamma$ (fondazione circolare)	
Fw2	<b>2,0</b>	Coefficiente forma per $N_q$	
C	<b>40</b>	Coefficiente moltiplicativo per spostamento pari a 2,54 cm	
$\mu$	<b>1,5</b>	Coefficiente moltiplicativo k verticale	

LATO MARE - Valori minimi													
Profondità da fondale marino	Parametri Geotecnici			Capacità Portante			Orizzontale			Verticale	Orizz.med	Vert. medio	
	c' / c <sub>u</sub>	φ'	γ <sub>nat</sub> / γ'	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	As	BZ <sup>n</sup>	kh	kv	kh	kv	
	kPa	°	kN/mc				MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	
Litotipo_A	1		28	8	25,80	14,72	16,72	6	14	20	31		
	2		28	8	25,80	14,72	16,72	6	20	26	39	26	39
	3		28	8	25,80	14,72	16,72	6	24	31	46		
Litotipo_B1	3	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	4	58	87		
	4	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	5	59	88		
	5	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	5	59	89		
	6	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	6	60	90	60	90
	7	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	6	60	90		
	8	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	7	61	91		
Litotipo_B2	9	195		20,5	5,14	1,00	0,00	54	7	61	92		
	9	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	7	86	128		
	10	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	8	86	129		
	11	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	8	86	130		
	12	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	9	87	130		
	13	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	9	87	131		
	14	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	9	87	131		
	15	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	10	88	132		
	16	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	10	88	132		
	17	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	10	88	132		
	18	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	10	89	133		
	19	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	11	89	133		
	20	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	11	89	134		
	21	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	11	89	134		
	22	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	12	90	135	90	134
	23	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	12	90	135		
	24	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	12	90	135		
	25	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	12	90	136		
	26	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	136		
	27	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	136		
	28	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	137		
	29	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	137		
	30	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	92	137		
	31	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	92	138		
	32	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	92	138		
	33	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	92	138		
	34	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	93	139		
35	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	15	93	139			



LATO MARE - Valori medi													
Profondità da fondale marino	Parametri Geotecnici			Capacità Portante			Orizzontale			Verticale	Orizz.med	Vert. medio	
	$c' / c_u$	$\phi'$	$\gamma_{nat} / \gamma'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$	$A_s$	$BZ^n$	$kh$	$k_v$	$kh$	$k_v$	
	kPa	°	kN/mc				MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	
Litotipo_A	1		30	8	30,14	18,40	22,40	8	18	26	39		
	2		30	8	30,14	18,40	22,40	8	25	33	50	33	49
	3		30	8	30,14	18,40	22,40	8	31	39	58		
Litotipo_B1	3	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	4	88	132		
	4	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	5	89	133		
	5	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	5	89	134		
	6	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	6	90	135	90	135
	7	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	6	90	136		
	8	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	7	91	136		
	9	210		19,5	5,14	1,00	0,00	84	7	91	137		
Litotipo_B2	9	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	7	116	173		
	10	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	8	116	174		
	11	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	8	116	175		
	12	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	9	117	175		
	13	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	9	117	176		
	14	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	9	117	176		
	15	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	10	118	177		
	16	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	10	118	177		
	17	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	10	118	178		
	18	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	10	119	178		
	19	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	11	119	178		
	20	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	11	119	179		
	21	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	11	120	179		
	22	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	12	120	180	120	179
	23	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	12	120	180		
	24	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	12	120	180		
	25	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	12	121	181		
26	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	181			
27	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	182			
28	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	182			
29	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	182			
30	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	122	183			
31	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	122	183			
32	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	122	183			
33	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	122	184			
34	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	123	184			
35	270		20,5	5,14	1,00	0,00	108	15	123	184			



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>233</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

## REPORT DI CALCOLO COEFFICIENTI DI WINKLER LATO BANCHINA





**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **234** Di  
Page **266** of

PARAMETRI DI CALCOLO		
Diametro del palo =	<b>1,2</b>	m
Cm	<b>1,5</b>	Contributo dovuto ai lati del palo per $D \geq 1,2$ m
Fw1	<b>1,3</b>	Coefficiente forma per termini di $N_c$ e $N_\gamma$ (fondazione circolare)
Fw2	<b>2,0</b>	Coefficiente forma per $N_q$
C	<b>40</b>	Coefficiente moltiplicativo per spostamento pari a 2,54 cm
$\mu$	<b>1,5</b>	Coefficiente moltiplicativo k verticale



**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **235** Di **266**  
Page of

LATO BANCHINA - Valori minimi													
Profondità da p.c.	Parametri Geotecnici			Capacità Portante			Orizzontale			Verticale	Orizz.med	Vert. medio	
	c' / c <sub>u</sub> kPa	φ' °	γ <sub>nat</sub> / γ' kN/mc	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	As MN/mc	BZ <sup>n</sup> MN/mc	kh MN/mc	kv MN/mc	kh MN/mc	kv MN/mc	
Litotipo_C_non immerso	1		27	19	23,94	13,20	14,47	13	30	43	64	49	74
	2		27	19	23,94	13,20	14,47	13	43	55	83		
	3		27	19	23,94	13,20	14,47	13	52	65	97		
Litotipo_C_immerso	3		27	9	23,94	13,20	14,47	6	25	31	46		
	4		27	9	23,94	13,20	14,47	6	29	35	52		
	5		27	9	23,94	13,20	14,47	6	32	38	57		
	6		27	9	23,94	13,20	14,47	6	35	41	62		
	7		27	9	23,94	13,20	14,47	6	38	44	66		
	8		27	9	23,94	13,20	14,47	6	40	46	70		
	9		27	9	23,94	13,20	14,47	6	43	49	73		
	10		27	9	23,94	13,20	14,47	6	45	51	77		
	11		27	9	23,94	13,20	14,47	6	47	53	80		
	12		27	9	23,94	13,20	14,47	6	49	55	83		
	13		27	9	23,94	13,20	14,47	6	51	57	86		
	14		27	9	23,94	13,20	14,47	6	53	59	89		
15		27	9	23,94	13,20	14,47	6	55	61	92			
Litotipo_B1	15	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	9	63	95	65	97
	16	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	9	63	95		
	17	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	10	64	96		
	18	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	10	64	96		
	19	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	10	64	96		
	20	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	10	65	97		
	21	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	11	65	97		
	22	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	11	65	98		
	23	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	11	65	98		
	24	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	11	66	98		
	25	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	12	66	99		
26	135		19,5	5,14	1,00	0,00	54	12	66	99			
Litotipo_B2	26	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	136	93	139
	27	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	136		
	28	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	137		
	29	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	91	137		
	30	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	13	92	137		
	31	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	92	138		
	32	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	92	138		
	33	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	92	138		
	34	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	14	93	139		
	35	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	15	93	139		
	36	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	15	93	139		
	37	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	15	93	140		
	38	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	15	93	140		
	39	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	15	94	140		
	40	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	16	94	141		
	41	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	16	94	141		
	42	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	16	94	141		
	43	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	16	94	141		
	44	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	16	94	142		
	45	195		20,5	5,14	1,00	0,00	78	17	95	142		



**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



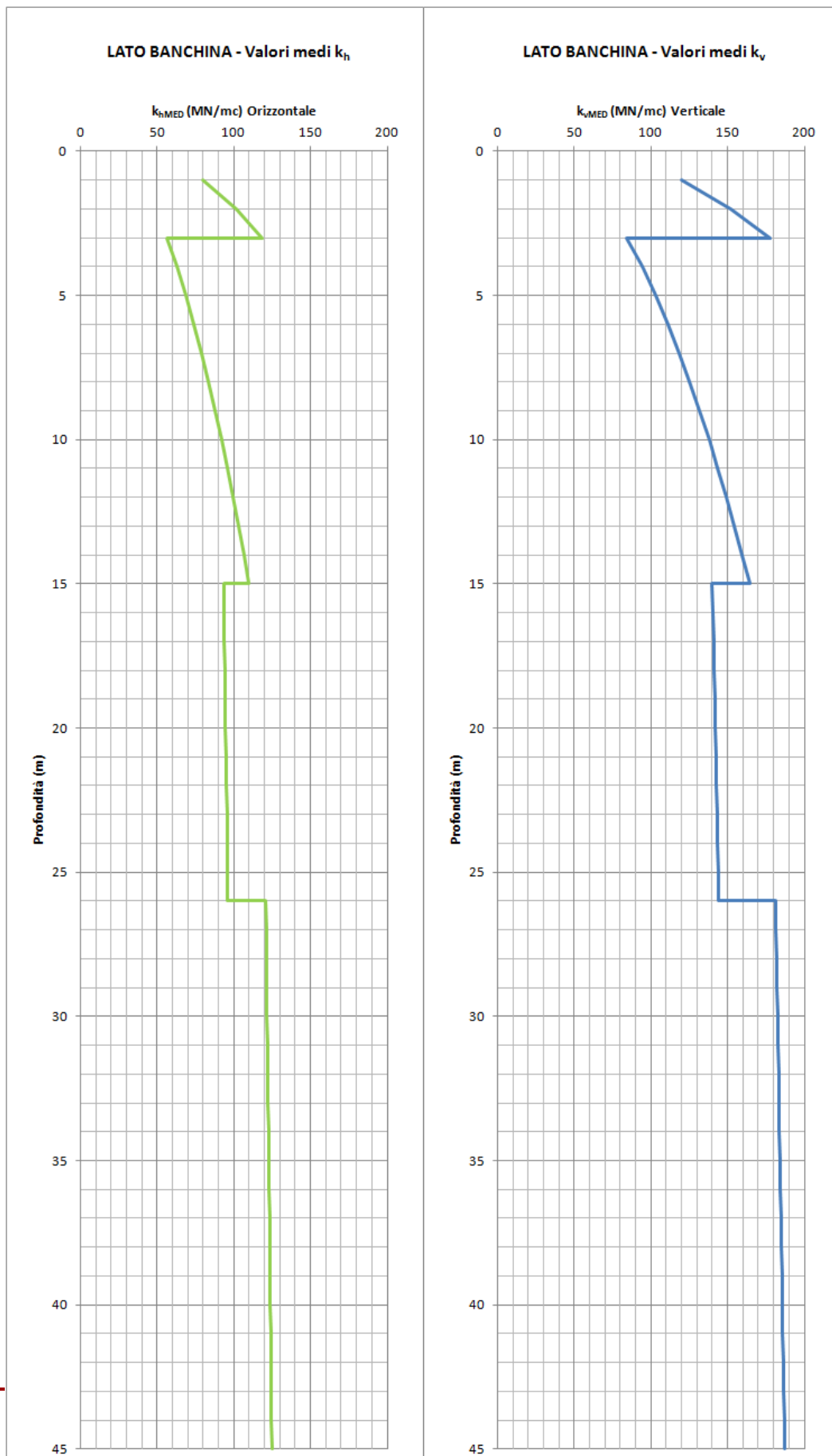
**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **236** Di **266**  
Page of

LATO BANCHINA - Valori medi													
Profondità da p.c.	Parametri Geotecnici			Capacità Portante			Orizzontale			Verticale	Orizz.med	Vert. medio	
	c' / c <sub>u</sub>	φ'	γ <sub>nat</sub> / γ'	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	As	BZ <sup>n</sup>	kh	kv	kh	kv	
	kPa	°	kN/mc				MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	MN/mc	
Litotipo_C_non immerso	1	32	19	35,49	23,18	30,21	27	53	80	120	89	133	
	2	32	19	35,49	23,18	30,21	27	75	102	152			
	3	32	19	35,49	23,18	30,21	27	92	118	178			
Litotipo_C_immerso	3	32	9	35,49	23,18	30,21	13	43	56	84			
	4	32	9	35,49	23,18	30,21	13	50	63	94			
	5	32	9	35,49	23,18	30,21	13	56	69	103			
	6	32	9	35,49	23,18	30,21	13	61	74	111			
	7	32	9	35,49	23,18	30,21	13	66	79	118			
	8	32	9	35,49	23,18	30,21	13	71	84	125			
	9	32	9	35,49	23,18	30,21	13	75	88	132			
	10	32	9	35,49	23,18	30,21	13	79	92	138			
	11	32	9	35,49	23,18	30,21	13	83	96	144			
	12	32	9	35,49	23,18	30,21	13	87	99	149			
	13	32	9	35,49	23,18	30,21	13	90	103	154			
	14	32	9	35,49	23,18	30,21	13	94	106	160			
15	32	9	35,49	23,18	30,21	13	97	110	165				
Litotipo_B1	15	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	9	93	140	95	142	
	16	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	9	94	140			
	17	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	10	94	141			
	18	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	10	94	141			
	19	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	10	94	142			
	20	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	10	95	142			
	21	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	11	95	142			
	22	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	11	95	143			
	23	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	11	95	143			
	24	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	11	96	143			
	25	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	12	96	144			
26	210	19,5	5,14	1,00	0,00	84	12	96	144				
Litotipo_B2	26	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	181	123	184	
	27	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	182			
	28	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	182			
	29	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	121	182			
	30	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	13	122	183			
	31	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	122	183			
	32	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	122	183			
	33	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	122	184			
	34	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	14	123	184			
	35	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	15	123	184			
	36	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	15	123	185			
	37	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	15	123	185			
	38	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	15	123	185			
	39	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	15	124	185			
	40	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	16	124	186			
	41	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	16	124	186			
	42	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	16	124	186			
	43	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	16	124	187			
	44	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	16	125	187			
	45	270	20,5	5,14	1,00	0,00	108	17	125	187			



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>238</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 12 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze orizzontali (resistenza)**

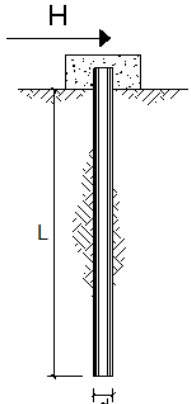
	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>239</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA  
DIETRO TRAVE – (RESISTENZA)**

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI**  
**PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra - dietro trave

**TEORIA DI BASE:**  
(Broms, 1964)



coefficienti parziali		A		M	R	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_\phi$	$\gamma_r$	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	●	1,00	1,30	1,00	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,30	1,50	1,25	1,00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**Palo corto:**  $H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$

**Palo intermedio:**  $H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$

**Palo lungo:**  $H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo L = 46,00 (m)  
Diametro del palo d = 1,20 (m)  
Momento di plasticizzazione della sezione My = 5227,18 (kN m)  
Angolo di attrito del terreno  $\phi'_{med} = 32,00$  (°)  $\phi'_{min} = 27,00$  (°)  
Angolo di attrito di calcolo del terreno  $\phi'_{med,d} = 32,00$  (°)  $\phi'_{min,d} = 27,00$  (°)  
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$ )  $k_{p,med} = 3,25$  (-)  $k_{p,min} = 2,66$  (-)  
Peso di unità di volume (con falda  $\gamma = \gamma'$ )  $\gamma = 9,00$  (kN/m<sup>3</sup>)  
Carico Assiale Permanente (G): G = 99 (kN)  
Carico Assiale variabile (Q): Q = 693 (kN)

**Palo corto:**  
H1<sub>med</sub> = 111564,68 (kN) H1<sub>min</sub> = 91283,45 (kN)

**Palo intermedio:**  
H2<sub>med</sub> = 37301,86 (kN) H2<sub>min</sub> = 30541,45 (kN)

**Palo lungo:**  
H3<sub>med</sub> = 2350,00 (kN) H3<sub>min</sub> = 2197,98 (kN)

H<sub>med</sub> = 2350,00 (kN) palo lungo H<sub>min</sub> = 2197,98 (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1678,57$  (kN)  
 $H_d = H_k/\gamma_r = 1049,11$  (kN)  
 $F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 999,90$  (kN)  
 $FS = H_d / F_d = 1,05$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>241</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

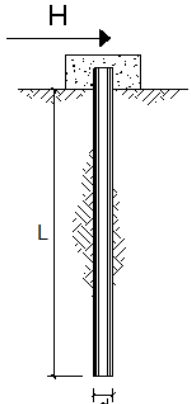
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA  
DIETRO TRAVE - sisma (resistenza)**



**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI**  
**PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra dietro trave - sisma

**TEORIA DI BASE:**  
(Broms, 1964)



coefficienti parziali		A		M	R	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_\phi$	$\gamma_r$	
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,00	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30
	SISMA	●	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,30	1,50	1,25	1,00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**Palo corto:** 
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

**Palo intermedio:** 
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

**Palo lungo:** 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo L = 46,00 (m)  
 Diametro del palo d = 1,20 (m)  
 Momento di plasticizzazione della sezione My = 5227,18 (kN m)  
 Angolo di attrito del terreno  $\phi'_{med} = 32,00$  (°)  $\phi'_{min} = 27,00$  (°)  
 Angolo di attrito di calcolo del terreno  $\phi'_{med,d} = 32,00$  (°)  $\phi'_{min,d} = 27,00$  (°)  
 Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1 + \sin\phi)/(1 - \sin\phi)$ )  $k_{p,med} = 3,25$  (-)  $k_{p,min} = 2,66$  (-)  
 Peso di unità di volume (con falda  $\gamma = \gamma'$ )  $\gamma = 9,00$  (kN/m<sup>3</sup>)  
 Carico Assiale Permanente (G): G = 0 (kN)  
 Carico Assiale variabile (Q): Q = 1214 (kN)

**Palo corto:**  
 $H1_{med} = 111564,68$  (kN)  $H1_{min} = 91283,45$  (kN)

**Palo intermedio:**  
 $H2_{med} = 37301,86$  (kN)  $H2_{min} = 30541,45$  (kN)

**Palo lungo:**  
 $H3_{med} = 2350,00$  (kN)  $H3_{min} = 2197,98$  (kN)

$H_{med} = 2350,00$  (kN) palo lungo  $H_{min} = 2197,98$  (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1678,57$  (kN)

$H_d = H_k/\gamma_r = 1291,21$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1214,00$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 1,06$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>243</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE – COMBINAZIONE A (RESISTENZA)**

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI**  
**PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra no trave - comb.A

**TEORIA DI BASE:**  
(Broms, 1964)

coefficienti parziali		A		M	R	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_\phi$	$\gamma_r$	
		$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	●	1,00	1,30	1,00	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,30	1,50	1,25	1,00

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**Palo corto:**  $H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$

**Palo intermedio:**  $H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$

**Palo lungo:**  $H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo L = 46,00 (m)  
Diametro del palo d = 1,20 (m)  
Momento di plasticizzazione della sezione My = 3804,16 (kN m)  
Angolo di attrito del terreno  $\phi'_{med} = 32,00$  (°)  $\phi'_{min} = 27,00$  (°)  
Angolo di attrito di calcolo del terreno  $\phi'_{med,d} = 32,00$  (°)  $\phi'_{min,d} = 27,00$  (°)  
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$ )  $k_{p,med} = 3,25$  (-)  $k_{p,min} = 2,66$  (-)  
Peso di unità di volume (con falda  $\gamma = \gamma'$ )  $\gamma = 9,00$  (kN/m<sup>3</sup>)  
Carico Assiale Permanente (G): G = 98 (kN)  
Carico Assiale variabile (Q): Q = 314 (kN)

**Palo corto:**  
H1<sub>med</sub> = 111564,68 (kN) H1<sub>min</sub> = 91283,45 (kN)

**Palo intermedio:**  
H2<sub>med</sub> = 37270,93 (kN) H2<sub>min</sub> = 30510,52 (kN)

**Palo lungo:**  
H3<sub>med</sub> = 1901,35 (kN) H3<sub>min</sub> = 1778,35 (kN)

H<sub>med</sub> = 1901,35 (kN) palo lungo H<sub>min</sub> = 1778,35 (kN) palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1358,11$  (kN)  
 $H_d = H_k/\gamma_r = 848,82$  (kN)  
 $F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 506,20$  (kN)  
 $FS = H_d / F_d = 1,68$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>245</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

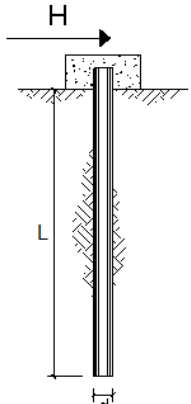
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE – COMBINAZIONE B (RESISTENZA)**

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI**  
**PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra no trave - comb. B

**TEORIA DI BASE:**  
(Broms, 1964)

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\phi$	$\gamma_\tau$
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	●	1,00	1,30	1,00	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30
	SISMA	○	1,00	1,00	1,00	1,30
	DM88	○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista			1,30	1,50	1,25	1,00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

Palo corto:  $H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$

Palo intermedio:  $H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$

Palo lungo:  $H = k_p \gamma d^3 \sqrt{\left\{ 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right\}^2}$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo	L =	46,00	(m)
Diametro del palo	d =	1,20	(m)
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y =$	3804,16	(kN m)
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med} =$	32,00	(°)
	$\phi'_{min} =$	27,00	(°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d} =$	32,00	(°)
	$\phi'_{min,d} =$	27,00	(°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$ )	$k_{p,med} =$	3,25	(-)
	$k_{p,min} =$	2,66	(-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma =$	9,00	(kN/m <sup>3</sup> )
Carico Assiale Permanente (G):	G =	110	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	298	(kN)

Palo corto:

$H1_{med} =$	111564,68	(kN)	$H1_{min} =$	91283,45	(kN)
--------------	-----------	------	--------------	----------	------

Palo intermedio:

$H2_{med} =$	37270,93	(kN)	$H2_{min} =$	30510,52	(kN)
--------------	----------	------	--------------	----------	------

Palo lungo:

$H3_{med} =$	1901,35	(kN)	$H3_{min} =$	1778,35	(kN)
--------------	---------	------	--------------	---------	------

$H_{med} =$	1901,35	(kN)	palo lungo	$H_{min} =$	1778,35	(kN)	palo lungo
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) =$	1358,11	(kN)					
$H_d = H_k/\gamma_\tau =$	848,82	(kN)					
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$	497,40	(kN)					
$FS = H_d / F_d =$	1,71						

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>247</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

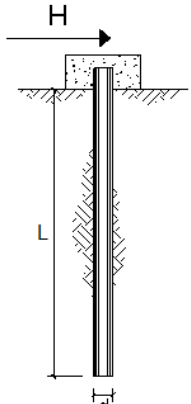
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE -sima (resistenza)**

**CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI INCOERENTI**  
**PALI CON ROTAZIONE IN TESTA IMPEDITA**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra no trave - sisma

**TEORIA DI BASE:**  
(Broms, 1964)

coefficienti parziali			A		M	R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_\phi$	$\gamma_\tau$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	○	1,30	1,50	1,00	1,00
	A2+M1+R2	○	1,00	1,30	1,00	1,60
	A1+M1+R3	○	1,30	1,50	1,00	1,30
	SISMA	●	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		○	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		○	1,30	1,50	1,25	1,00



n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	T.A.	prog.
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

**Palo corto:**  $H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2$

**Palo intermedio:**  $H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$

**Palo lungo:**  $H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}}$

**DATI DI INPUT:**

Lunghezza del palo	L =	46,00	(m)
Diametro del palo	d =	1,20	(m)
Momento di plasticizzazione della sezione	$M_y$ =	3804,16	(kN m)
Angolo di attrito del terreno	$\phi'_{med}$ =	32,00	(°)
	$\phi'_{min}$ =	27,00	(°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d}$ =	32,00	(°)
	$\phi'_{min,d}$ =	27,00	(°)
Coeff. di spinta passiva ( $k_p = (1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$ )	$k_{p,med}$ =	3,25	(-)
	$k_{p,min}$ =	2,66	(-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$ )	$\gamma$ =	9,00	(kN/m <sup>3</sup> )
Carico Assiale Permanente (G):	G =	0	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	1013	(kN)

**Palo corto:**

$H1_{med}$ =	111564,68	(kN)		$H1_{min}$ =	91283,45	(kN)
--------------	-----------	------	--	--------------	----------	------

**Palo intermedio:**

$H2_{med}$ =	37270,93	(kN)		$H2_{min}$ =	30510,52	(kN)
--------------	----------	------	--	--------------	----------	------

**Palo lungo:**

$H3_{med}$ =	1901,35	(kN)		$H3_{min}$ =	1778,35	(kN)
--------------	---------	------	--	--------------	---------	------

$H_{med} = 1901,35$  (kN)    palo lungo     $H_{min} = 1778,35$  (kN)    palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1358,11$  (kN)

$H_d = H_k/\gamma_\tau = 1044,70$  (kN)

$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1013,00$  (kN)

$FS = H_d / F_d = 1,03$

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>249</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 13 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche a forze orizzontali (deformazioni)**



	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>250</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

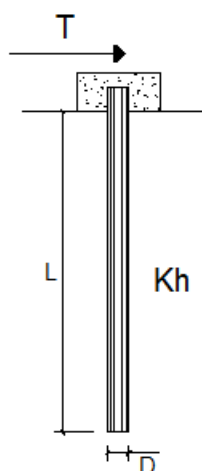
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA  
DIETRO TRAVE – (DEFORMAZIONI)**

**PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra - dietro trave

**DATI DI INPUT:**

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	46	(m)
Coefficiente di reazione laterale ( $k_h$ ):	50	(N/cm <sup>3</sup> )
Forza orizzontale agente (T):	693	(kN)
fck del calcestruzzo:	35,0	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	43,0	(MPa)
Ecls ( $E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$ ):	34077	(MPa)
J ( $J = \pi \cdot D^4 / 64$ ):	10178760	(cm <sup>4</sup> )
$\lambda$ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot E \cdot J / k_h \cdot D)^{1/4}$ ):	389,96	(cm)



z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof. (m)	Spost. (cm)	Press. Lat. (N/cm <sup>2</sup> )	Rotaz. (rad)	Mom. Flett. (kNm)	Taglio (kN)
0,00	0,296	14,81	0,00000	1351,201	-693,000
0,92	0,282	14,11	-0,00028	788,214	-532,197
1,84	0,249	12,43	-0,00043	367,691	-385,087
2,76	0,206	10,29	-0,00049	73,019	-259,453
3,68	0,161	8,05	-0,00048	-117,232	-158,264
4,60	0,119	5,94	-0,00043	-225,613	-81,222
5,52	0,082	4,11	-0,00036	-273,389	-26,018
6,44	0,052	2,60	-0,00029	-279,156	10,709
7,36	0,029	1,43	-0,00022	-258,208	32,679
8,28	0,012	0,58	-0,00015	-222,437	43,512
9,20	0,000	-0,01	-0,00010	-180,564	46,444
10,12	-0,007	-0,37	-0,00006	-138,565	44,190
11,04	-0,011	-0,56	-0,00003	-100,180	38,898
11,96	-0,013	-0,64	-0,00001	-67,426	32,177
12,88	-0,013	-0,63	0,00001	-41,063	25,154
13,80	-0,011	-0,56	0,00002	-21,007	18,562
14,72	-0,009	-0,47	0,00002	-6,647	12,817
15,64	-0,008	-0,38	0,00002	2,895	8,106
16,56	-0,006	-0,28	0,00002	8,594	4,455
17,48	-0,004	-0,20	0,00002	11,393	1,785
18,40	-0,003	-0,13	0,00001	12,138	-0,038
19,32	-0,002	-0,08	0,00001	11,535	-1,171
20,24	-0,001	-0,04	0,00001	10,145	-1,775
21,16	0,000	-0,01	0,00001	8,386	-1,996
22,08	0,000	0,01	0,00000	6,551	-1,959
23,00	0,000	0,02	0,00000	4,830	-1,763
23,92	0,001	0,03	0,00000	3,332	-1,486
24,84	0,001	0,03	0,00000	2,104	-1,182

z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof. (m)	Spost. (cm)	Press. Lat. (N/cm <sup>2</sup> )	Rotaz. (rad)	Mom. Flett. (kNm)	Taglio (kN)
25,76	0,001	0,03	0,00000	1,154	-0,889
26,68	0,000	0,02	0,00000	0,459	-0,628
27,60	0,000	0,02	0,00000	-0,015	-0,410
28,52	0,000	0,01	0,00000	-0,309	-0,238
29,44	0,000	0,01	0,00000	-0,465	-0,109
30,36	0,000	0,01	0,00000	-0,522	-0,020
31,28	0,000	0,00	0,00000	-0,511	0,038
32,20	0,000	0,00	0,00000	-0,460	0,071
33,12	0,000	0,00	0,00000	-0,387	0,085
34,04	0,000	0,00	0,00000	-0,308	0,086
34,96	0,000	0,00	0,00000	-0,231	0,079
35,88	0,000	0,00	0,00000	-0,163	0,068
36,80	0,000	0,00	0,00000	-0,106	0,055
37,72	0,000	0,00	0,00000	-0,062	0,042
38,64	0,000	0,00	0,00000	-0,028	0,031
39,56	0,000	0,00	0,00000	-0,005	0,020
40,48	0,000	0,00	0,00000	0,010	0,012
41,40	0,000	0,00	0,00000	0,019	0,006
42,32	0,000	0,00	0,00000	0,022	0,002
43,24	0,000	0,00	0,00000	0,022	-0,001
44,16	0,000	0,00	0,00000	0,021	-0,003
45,08	0,000	0,00	0,00000	0,018	-0,004
46,00	0,000	0,00	0,00000	0,014	-0,004

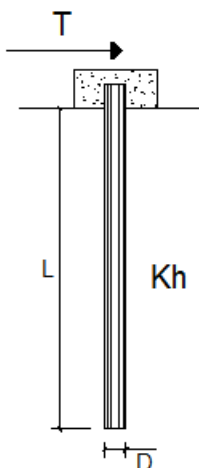
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA  
 DIETRO TRAVE - sisma (DEFORMAZIONI)**

**PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra dietro trave - sisma

**DATI DI INPUT:**

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	46	(m)
Coefficiente di reazione laterale ( $k_h$ ):	50	(N/cm <sup>3</sup> )
Forza orizzontale agente (T):	1214	(kN)
fck del calcestruzzo:	35,0	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	43,0	(MPa)
Ecls ( $E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$ ):	34077	(MPa)
J ( $J = \pi \cdot D^4 / 64$ ):	10178760	(cm <sup>4</sup> )
$\lambda$ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot E \cdot J / k_h \cdot D)^{1/4}$ ):	389,96	(cm)





**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
*Document*  
**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **254** Di **266**  
 Page of

z Prof. (m)	y(z) Spost. (cm)	p(z) Press. Lat. (N/cm <sup>2</sup> )	α(z) Rotaz. (rad)	M(z) Mom. Flett. (kNm)	T(z) Taglio (kN)
0,00	0,519	25,94	0,00000	2367,039	-1214,000
0,92	0,494	24,71	-0,00049	1380,797	-932,305
1,84	0,435	21,77	-0,00075	644,123	-674,597
2,76	0,360	18,02	-0,00085	127,915	-454,511
3,68	0,282	14,10	-0,00084	-205,368	-277,248
4,60	0,208	10,41	-0,00076	-395,229	-142,285
5,52	0,144	7,20	-0,00064	-478,923	-45,578
6,44	0,091	4,56	-0,00051	-489,026	18,760
7,36	0,050	2,51	-0,00038	-452,330	57,247
8,28	0,020	1,01	-0,00027	-389,667	76,225
9,20	0,000	-0,01	-0,00018	-316,312	81,361
10,12	-0,013	-0,65	-0,00010	-242,738	77,412
11,04	-0,020	-0,99	-0,00005	-175,496	68,142
11,96	-0,022	-1,11	-0,00001	-118,117	56,367
12,88	-0,022	-1,09	0,00002	-71,935	44,065
13,80	-0,020	-0,99	0,00003	-36,800	32,517
14,72	-0,017	-0,83	0,00004	-11,645	22,453
15,64	-0,013	-0,66	0,00004	5,072	14,200
16,56	-0,010	-0,50	0,00003	15,054	7,803
17,48	-0,007	-0,35	0,00003	19,958	3,127
18,40	-0,005	-0,23	0,00002	21,263	-0,066
19,32	-0,003	-0,13	0,00002	20,207	-2,052
20,24	-0,001	-0,06	0,00001	17,772	-3,110
21,16	0,000	-0,01	0,00001	14,690	-3,497
22,08	0,000	0,02	0,00001	11,476	-3,431
23,00	0,001	0,04	0,00000	8,462	-3,088
23,92	0,001	0,05	0,00000	5,837	-2,603
24,84	0,001	0,05	0,00000	3,687	-2,071

z Prof. (m)	y(z) Spost. (cm)	p(z) Press. Lat. (N/cm <sup>2</sup> )	α(z) Rotaz. (rad)	M(z) Mom. Flett. (kNm)	T(z) Taglio (kN)
25,76	0,001	0,04	0,00000	2,021	-1,557
26,68	0,001	0,04	0,00000	0,804	-1,100
27,60	0,001	0,03	0,00000	-0,026	-0,718
28,52	0,000	0,02	0,00000	-0,541	-0,416
29,44	0,000	0,02	0,00000	-0,815	-0,192
30,36	0,000	0,01	0,00000	-0,914	-0,035
31,28	0,000	0,01	0,00000	-0,896	0,066
32,20	0,000	0,00	0,00000	-0,806	0,124
33,12	0,000	0,00	0,00000	-0,678	0,148
34,04	0,000	0,00	0,00000	-0,539	0,151
34,96	0,000	0,00	0,00000	-0,405	0,139
35,88	0,000	0,00	0,00000	-0,286	0,119
36,80	0,000	0,00	0,00000	-0,186	0,097
37,72	0,000	0,00	0,00000	-0,108	0,074
38,64	0,000	0,00	0,00000	-0,049	0,053
39,56	0,000	0,00	0,00000	-0,009	0,036
40,48	0,000	0,00	0,00000	0,018	0,022
41,40	0,000	0,00	0,00000	0,032	0,011
42,32	0,000	0,00	0,00000	0,039	0,003
43,24	0,000	0,00	0,00000	0,039	-0,002
44,16	0,000	0,00	0,00000	0,036	-0,005
45,08	0,000	0,00	0,00000	0,031	-0,006
46,00	0,000	0,00	0,00000	0,025	-0,007

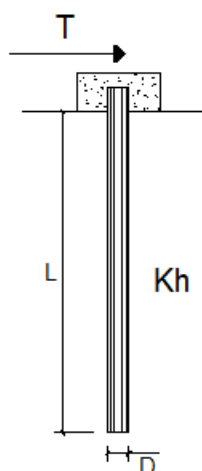
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA NO  
 TRAVE – COMBINAZIONE A (DEFORMAZIONI)**

**PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra no trave - comb.A

**DATI DI INPUT:**

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	46	(m)
Coefficiente di reazione laterale ( $k_h$ ):	50	(N/cm <sup>3</sup> )
Forza orizzontale agente (T):	314	(kN)
fck del calcestruzzo:	35,0	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	43,0	(MPa)
Ecls ( $E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$ ):	34077	(MPa)
J ( $J = \pi \cdot D^4 / 64$ ):	10178760	(cm <sup>4</sup> )
$\lambda$ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot E \cdot J / k_h \cdot D)^{1/4}$ ):	389,96	(cm)





**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina  
Page

**256**

Di  
of

**266**

z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof.	Spost.	Press. Lat.	Rotaz.	Mom. Flett.	Taglio
(m)	(cm)	(N/cm <sup>2</sup> )	(rad)	(kNm)	(kN)
0,00	0,134	6,71	0,00000	612,232	-314,000
0,92	0,128	6,39	-0,00013	357,142	-241,140
1,84	0,113	5,63	-0,00020	166,602	-174,484
2,76	0,093	4,66	-0,00022	33,085	-117,559
3,68	0,073	3,65	-0,00022	-53,118	-71,710
4,60	0,054	2,69	-0,00020	-102,226	-36,802
5,52	0,037	1,86	-0,00017	-123,873	-11,789
6,44	0,024	1,18	-0,00013	-126,486	4,852
7,36	0,013	0,65	-0,00010	-116,995	14,807
8,28	0,005	0,26	-0,00007	-100,787	19,715
9,20	0,000	0,00	-0,00005	-81,814	21,044
10,12	-0,003	-0,17	-0,00003	-62,784	20,023
11,04	-0,005	-0,26	-0,00001	-45,392	17,625
11,96	-0,006	-0,29	0,00000	-30,551	14,579
12,88	-0,006	-0,28	0,00000	-18,606	11,397
13,80	-0,005	-0,26	0,00001	-9,518	8,410
14,72	-0,004	-0,22	0,00001	-3,012	5,807
15,64	-0,003	-0,17	0,00001	1,312	3,673
16,56	-0,003	-0,13	0,00001	3,894	2,018
17,48	-0,002	-0,09	0,00001	5,162	0,809
18,40	-0,001	-0,06	0,00001	5,500	-0,017
19,32	-0,001	-0,03	0,00000	5,227	-0,531
20,24	0,000	-0,02	0,00000	4,597	-0,804
21,16	0,000	0,00	0,00000	3,800	-0,905
22,08	0,000	0,01	0,00000	2,968	-0,887
23,00	0,000	0,01	0,00000	2,189	-0,799
23,92	0,000	0,01	0,00000	1,510	-0,673
24,84	0,000	0,01	0,00000	0,954	-0,536

z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof.	Spost.	Press. Lat.	Rotaz.	Mom. Flett.	Taglio
(m)	(cm)	(N/cm <sup>2</sup> )	(rad)	(kNm)	(kN)
25,76	0,000	0,01	0,00000	0,523	-0,403
26,68	0,000	0,01	0,00000	0,208	-0,284
27,60	0,000	0,01	0,00000	-0,007	-0,186
28,52	0,000	0,01	0,00000	-0,140	-0,108
29,44	0,000	0,00	0,00000	-0,211	-0,050
30,36	0,000	0,00	0,00000	-0,237	-0,009
31,28	0,000	0,00	0,00000	-0,232	0,017
32,20	0,000	0,00	0,00000	-0,208	0,032
33,12	0,000	0,00	0,00000	-0,175	0,038
34,04	0,000	0,00	0,00000	-0,140	0,039
34,96	0,000	0,00	0,00000	-0,105	0,036
35,88	0,000	0,00	0,00000	-0,074	0,031
36,80	0,000	0,00	0,00000	-0,048	0,025
37,72	0,000	0,00	0,00000	-0,028	0,019
38,64	0,000	0,00	0,00000	-0,013	0,014
39,56	0,000	0,00	0,00000	-0,002	0,009
40,48	0,000	0,00	0,00000	0,005	0,006
41,40	0,000	0,00	0,00000	0,008	0,003
42,32	0,000	0,00	0,00000	0,010	0,001
43,24	0,000	0,00	0,00000	0,010	0,000
44,16	0,000	0,00	0,00000	0,009	-0,001
45,08	0,000	0,00	0,00000	0,008	-0,002
46,00	0,000	0,00	0,00000	0,007	-0,002

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>257</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE – COMBINAZIONE B (DEFORMAZIONI)**

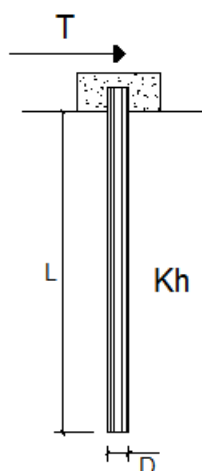


**PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra no trave - comb. B

**DATI DI INPUT:**

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	46	(m)
Coefficiente di reazione laterale ( $k_h$ ):	50	(N/cm <sup>3</sup> )
Forza orizzontale agente (T):	298	(kN)
fck del calcestruzzo:	35,0	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	43,0	(MPa)
Ecls ( $E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$ ):	34077	(MPa)
J ( $J = \pi \cdot D^4/64$ ):	10178760	(cm <sup>4</sup> )
$\lambda$ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot E \cdot J / k_h \cdot D)^{1/4}$ ):	389,96	(cm)





**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
*Document*  
**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **259** Di **266**  
 Page of

z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof.	Spost.	Press. Lat.	Rotaz.	Mom. Flett.	Taglio
(m)	(cm)	(N/cm <sup>2</sup> )	(rad)	(kNm)	(kN)
0,00	0,127	6,37	0,00000	581,036	-298,000
0,92	0,121	6,07	-0,00012	338,943	-228,853
1,84	0,107	5,34	-0,00019	158,113	-165,593
2,76	0,088	4,42	-0,00021	31,399	-111,569
3,68	0,069	3,46	-0,00021	-50,412	-68,056
4,60	0,051	2,56	-0,00019	-97,017	-34,927
5,52	0,035	1,77	-0,00016	-117,561	-11,188
6,44	0,022	1,12	-0,00012	-120,041	4,605
7,36	0,012	0,62	-0,00009	-111,033	14,053
8,28	0,005	0,25	-0,00007	-95,651	18,711
9,20	0,000	0,00	-0,00004	-77,645	19,972
10,12	-0,003	-0,16	-0,00003	-59,585	19,002
11,04	-0,005	-0,24	-0,00001	-43,079	16,727
11,96	-0,005	-0,27	0,00000	-28,994	13,836
12,88	-0,005	-0,27	0,00000	-17,658	10,817
13,80	-0,005	-0,24	0,00001	-9,033	7,982
14,72	-0,004	-0,20	0,00001	-2,858	5,511
15,64	-0,003	-0,16	0,00001	1,245	3,486
16,56	-0,002	-0,12	0,00001	3,695	1,916
17,48	-0,002	-0,09	0,00001	4,899	0,767
18,40	-0,001	-0,06	0,00001	5,219	-0,016
19,32	-0,001	-0,03	0,00000	4,960	-0,504
20,24	0,000	-0,02	0,00000	4,362	-0,763
21,16	0,000	0,00	0,00000	3,606	-0,858
22,08	0,000	0,01	0,00000	2,817	-0,842
23,00	0,000	0,01	0,00000	2,077	-0,758
23,92	0,000	0,01	0,00000	1,433	-0,639
24,84	0,000	0,01	0,00000	0,905	-0,508

z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof.	Spost.	Press. Lat.	Rotaz.	Mom. Flett.	Taglio
(m)	(cm)	(N/cm <sup>2</sup> )	(rad)	(kNm)	(kN)
25,76	0,000	0,01	0,00000	0,496	-0,382
26,68	0,000	0,01	0,00000	0,197	-0,270
27,60	0,000	0,01	0,00000	-0,006	-0,176
28,52	0,000	0,01	0,00000	-0,133	-0,102
29,44	0,000	0,00	0,00000	-0,200	-0,047
30,36	0,000	0,00	0,00000	-0,224	-0,008
31,28	0,000	0,00	0,00000	-0,220	0,016
32,20	0,000	0,00	0,00000	-0,198	0,030
33,12	0,000	0,00	0,00000	-0,167	0,036
34,04	0,000	0,00	0,00000	-0,132	0,037
34,96	0,000	0,00	0,00000	-0,099	0,034
35,88	0,000	0,00	0,00000	-0,070	0,029
36,80	0,000	0,00	0,00000	-0,046	0,024
37,72	0,000	0,00	0,00000	-0,026	0,018
38,64	0,000	0,00	0,00000	-0,012	0,013
39,56	0,000	0,00	0,00000	-0,002	0,009
40,48	0,000	0,00	0,00000	0,004	0,005
41,40	0,000	0,00	0,00000	0,008	0,003
42,32	0,000	0,00	0,00000	0,010	0,001
43,24	0,000	0,00	0,00000	0,010	0,000
44,16	0,000	0,00	0,00000	0,009	-0,001
45,08	0,000	0,00	0,00000	0,008	-0,002
46,00	0,000	0,00	0,00000	0,006	-0,002

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	Data <b>Luglio 2012</b>	
	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina <i>Page</i>	<b>260</b> Di <i>of</i> <b>266</b>

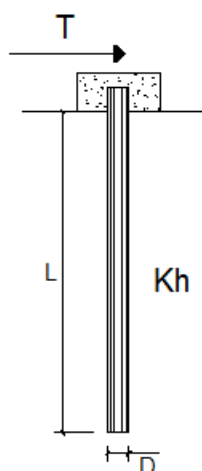
**REPORT DI CALCOLO VERIFICA A FORZE ORIZZONTALI PALI LATO TERRA NO  
TRAVE - sisma (DEFORMAZIONI)**

**PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI**

**OPERA:** Banchina esistente: via di corsa lato terra no trave - sisma

**DATI DI INPUT:**

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	46	(m)
Coefficiente di reazione laterale ( $k_h$ ):	50	(N/cm <sup>3</sup> )
Forza orizzontale agente (T):	1013	(kN)
fck del calcestruzzo:	35,0	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	43,0	(MPa)
Ecls ( $E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$ ):	34077	(MPa)
J ( $J = \pi \cdot D^4 / 64$ ):	10178760	(cm <sup>4</sup> )
$\lambda$ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot E \cdot J / k_h \cdot D)^{1/4}$ ):	389,96	(cm)





**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **262** Di **266**  
Page of

z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof.	Spost.	Press. Lat.	Rotaz.	Mom. Flett.	Taglio
(m)	(cm)	(N/cm <sup>2</sup> )	(rad)	(kNm)	(kN)
0,00	0,433	21,65	0,00000	1975,132	-1013,000
0,92	0,412	20,62	-0,00041	1152,180	-777,945
1,84	0,363	18,17	-0,00063	537,477	-562,905
2,76	0,301	15,04	-0,00071	106,736	-379,259
3,68	0,235	11,77	-0,00070	-171,366	-231,345
4,60	0,174	8,69	-0,00063	-329,792	-118,727
5,52	0,120	6,01	-0,00053	-399,629	-38,032
6,44	0,076	3,80	-0,00042	-408,059	15,654
7,36	0,042	2,10	-0,00032	-377,439	47,769
8,28	0,017	0,85	-0,00023	-325,150	63,604
9,20	0,000	-0,01	-0,00015	-263,941	67,890
10,12	-0,011	-0,54	-0,00009	-202,548	64,595
11,04	-0,017	-0,83	-0,00004	-146,439	56,860
11,96	-0,019	-0,93	-0,00001	-98,560	47,035
12,88	-0,018	-0,91	0,00001	-60,025	36,770
13,80	-0,016	-0,82	0,00002	-30,707	27,133
14,72	-0,014	-0,69	0,00003	-9,717	18,735
15,64	-0,011	-0,55	0,00003	4,232	11,849
16,56	-0,008	-0,42	0,00003	12,562	6,511
17,48	-0,006	-0,29	0,00002	16,654	2,609
18,40	-0,004	-0,19	0,00002	17,743	-0,055
19,32	-0,002	-0,11	0,00002	16,862	-1,712
20,24	-0,001	-0,05	0,00001	14,829	-2,595
21,16	0,000	-0,01	0,00001	12,258	-2,918
22,08	0,000	0,02	0,00000	9,576	-2,863
23,00	0,001	0,03	0,00000	7,061	-2,577
23,92	0,001	0,04	0,00000	4,871	-2,172
24,84	0,001	0,04	0,00000	3,076	-1,728

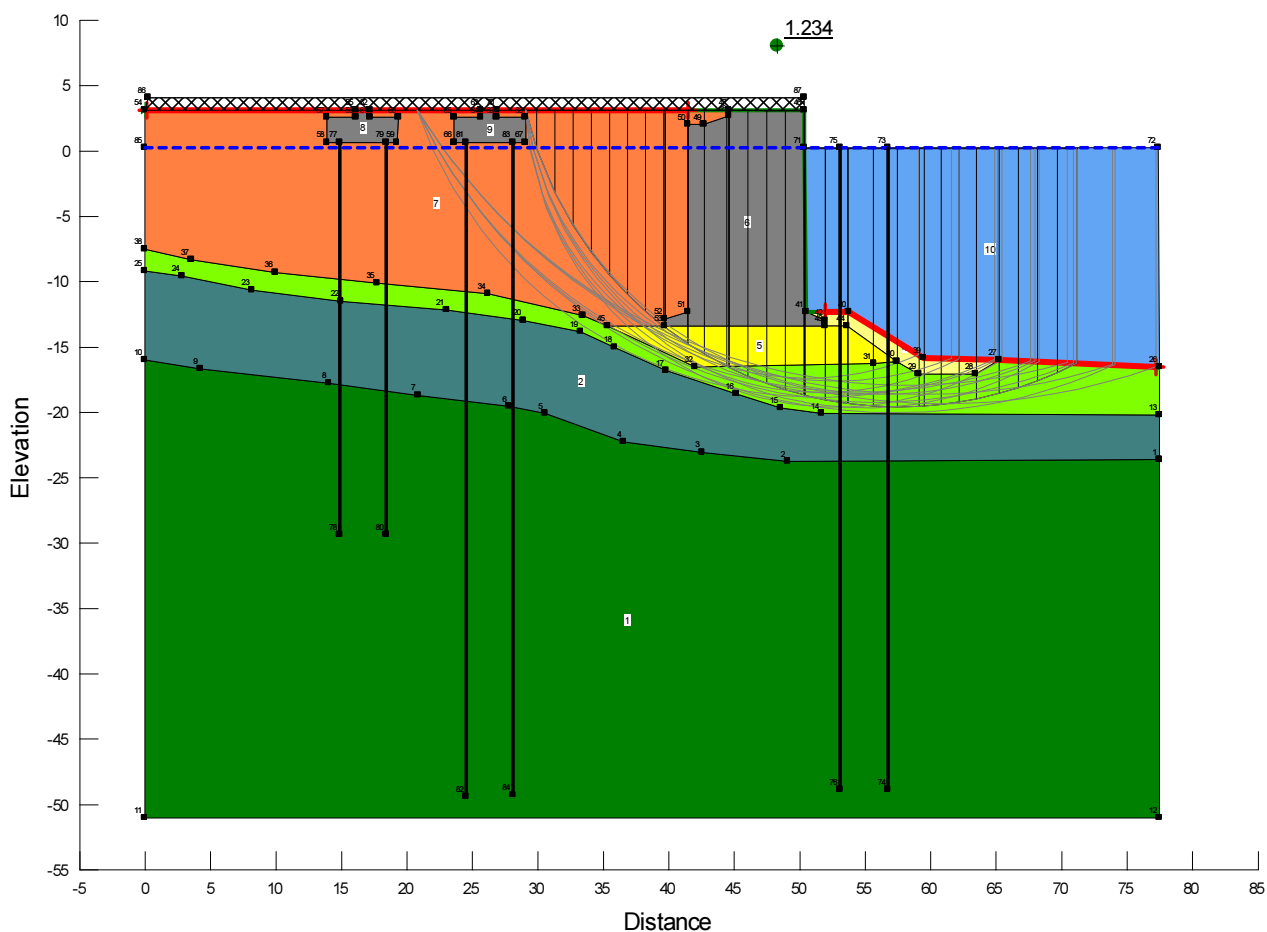
z	y(z)	p(z)	$\alpha(z)$	M(z)	T(z)
Prof.	Spost.	Press. Lat.	Rotaz.	Mom. Flett.	Taglio
(m)	(cm)	(N/cm <sup>2</sup> )	(rad)	(kNm)	(kN)
25,76	0,001	0,04	0,00000	1,686	-1,299
26,68	0,001	0,03	0,00000	0,671	-0,918
27,60	0,001	0,03	0,00000	-0,021	-0,599
28,52	0,000	0,02	0,00000	-0,452	-0,347
29,44	0,000	0,01	0,00000	-0,680	-0,160
30,36	0,000	0,01	0,00000	-0,763	-0,029
31,28	0,000	0,01	0,00000	-0,748	0,055
32,20	0,000	0,00	0,00000	-0,672	0,103
33,12	0,000	0,00	0,00000	-0,566	0,124
34,04	0,000	0,00	0,00000	-0,450	0,126
34,96	0,000	0,00	0,00000	-0,338	0,116
35,88	0,000	0,00	0,00000	-0,239	0,100
36,80	0,000	0,00	0,00000	-0,156	0,081
37,72	0,000	0,00	0,00000	-0,090	0,062
38,64	0,000	0,00	0,00000	-0,041	0,045
39,56	0,000	0,00	0,00000	-0,007	0,030
40,48	0,000	0,00	0,00000	0,015	0,018
41,40	0,000	0,00	0,00000	0,027	0,009
42,32	0,000	0,00	0,00000	0,032	0,003
43,24	0,000	0,00	0,00000	0,033	-0,001
44,16	0,000	0,00	0,00000	0,030	-0,004
45,08	0,000	0,00	0,00000	0,026	-0,005
46,00	0,000	0,00	0,00000	0,021	-0,005

	<b>PORTO DI TARANTO</b> <b>RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO</b> <b>AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO</b>	Documento <i>Document</i> <b>0130TAR01003-00-R12</b>	
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Data <b>Luglio 2012</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>		Pagina <i>Page</i> <b>263</b>	Di <i>of</i> <b>266</b>

**ALLEGATO 14 – Dettaglio analitico calcolazioni svolte verifiche di stabilità globale banchina esistente (fase transitoria di cantiere realizzazione nuove opere)**

## RISULTATI DELLE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE BANCHINA ESISTENTE IN FASE TRANSITORIA (DI CANTIERE)

### Condizioni statiche





**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



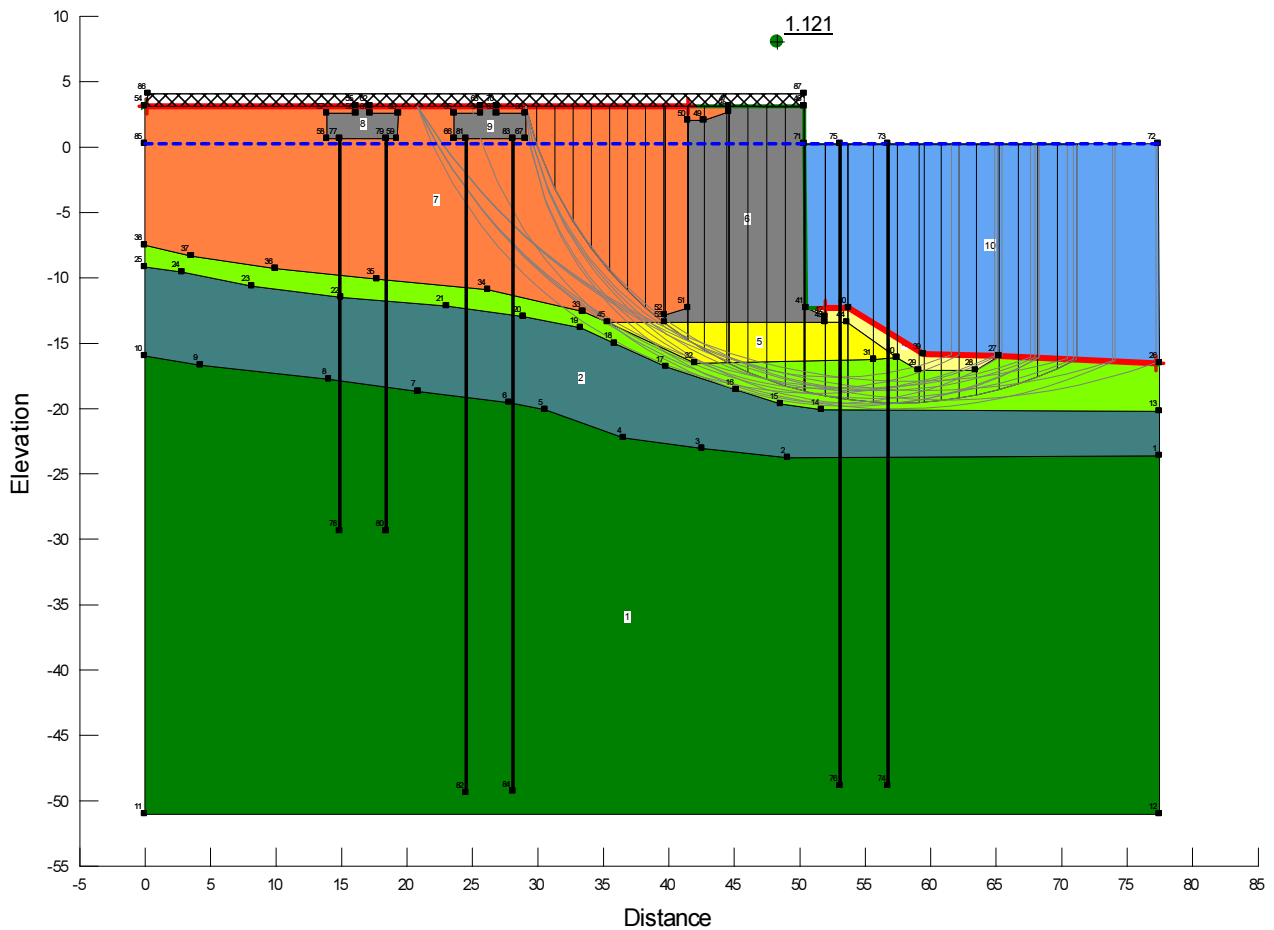
**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **265** Di **266**  
Page of

sisma +







**PORTO DI TARANTO**  
**RIQUALIFICAZIONE DEL MOLO POLISETTORIALE DI TARANTO**  
**AMMODERNAMENTO DELLA BANCHINA DI ORMEGGIO**

Documento  
Document

**0130TAR01003-00-R12**



**PROGETTO DEFINITIVO**

Data **Luglio 2012**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Pagina **266** Di **266**  
Page of

sisma –

