



COMUNE DI ROMA

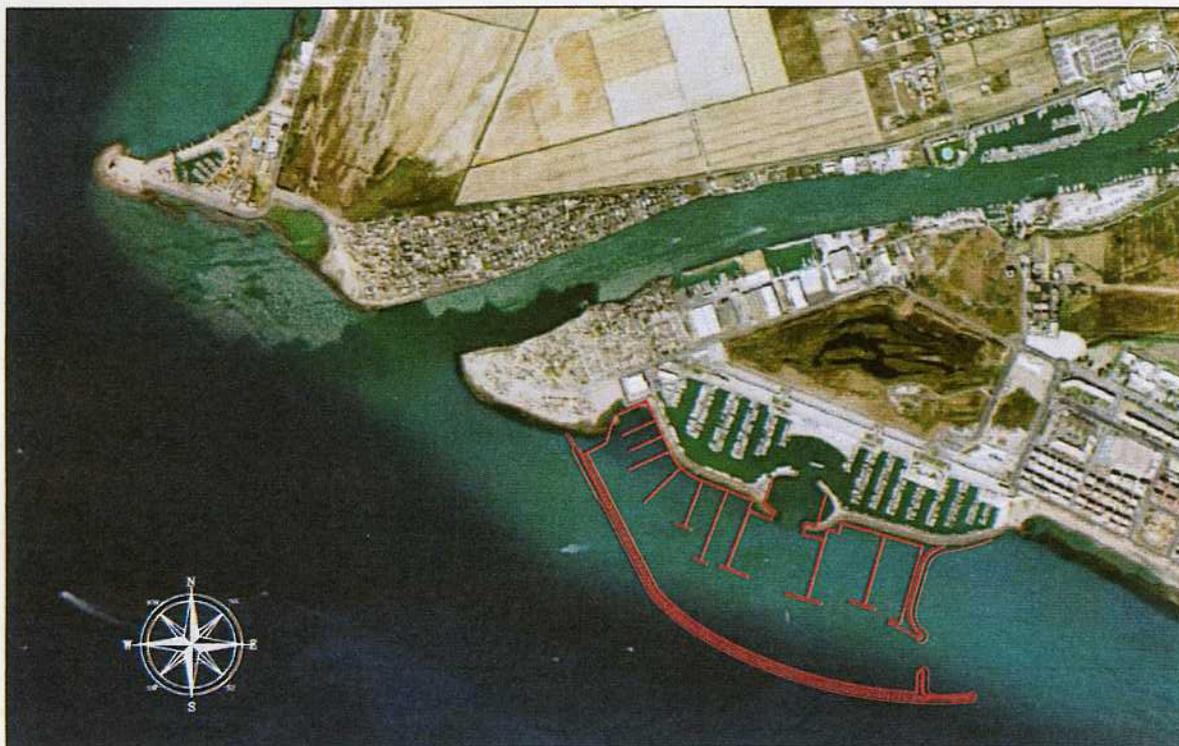
LIDO DI OSTIA



COMUNE DI ROMA  
DIPARTIMENTO IX  
Politiche di Attrazione degli Strumenti Urbanistici

10 FEB 2010 10.58.8

# PORTO DI ROMA PROGETTO DI AMPLIAMENTO



## PROGETTO DEFINITIVO

0	Febbraio 2010	EMISSIONE				
INDICE	DATA	MODIFICHE		DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO
<b>CONCESSIONARIO:</b> <b>PORTO TURISTICO DI ROMA s.r.l.</b> Largo del Porto di Roma 5 - Ostia Lido 00121 ROMA 			<b>PROGETTAZIONE:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">             MODIME s.r.l.            Via Monte Zebio 40 - 00195 ROMA            Il Direttore Tecnico            (Prof. Ing. Alessandro Tognola)         </div> <div style="text-align: center;">             SEACON s.r.l.            Viale Parioli, 60 - 00197 Roma            Il Direttore Tecnico            (Ing. Massimo Vitellozzi)         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">   </div>			
PROGETTO	ELABORATO	SCALA		TITOLO		
146 10 09 SEA	R 003			<b>RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA</b>		

Il progettista si riserva la proprietà di questo elaborato con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.  
This document is property of designer. Reproduction and divulgation forbidden without written permission.

**PORTO TURISTICO DI ROMA  
PROGETTO DI AMPLIAMENTO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA**

**INDICE**

<b>1. GENERALITÀ .....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>3</b>
3.1 <u>Caratteristiche stratigrafiche dei terreni</u> .....	3
3.2 <u>Caratteristiche geotecniche dei terreni</u> .....	4
<b>4. AZIONE SISMICA, CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' E TIPIZZAZIONE DEL TERRENO .....</b>	<b>6</b>
<b>5. CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI.....</b>	<b>9</b>

## 1. GENERALITÀ

La Società PORTO TURISTICO DI ROMA s.r.l ha richiesto una integrazione delle sole aree a mare assentite in concessione, finalizzata all'ottimizzazione delle strutture a mare esistenti ovvero all'ampliamento del porto e prevedendo la realizzazione delle sole infrastrutture marittime necessarie a proteggere il nuovo specchio d'acqua ed a creare i nuovi fronti di accosto e le aree di ormeggio di pertinenza.

La Società ha pertanto predisposto il presente "PORTO DI ROMA - PROGETTO DI AMPLIAMENTO - Progetto Definitivo", finalizzato all'acquisizione dei pareri e delle autorizzazioni occorrenti al rilascio della concessione demaniale marittima.

Nell'ambito della presente relazione, in particolare, si è provveduto :

- *a caratterizzare la sismicità della zona ed a tipizzare il terreno con riferimento alla normativa sismica di cui al D.M. 14/01/2008;*
- *a caratterizzare dal punto di vista geotecnico il terreno di fondazione, per quanto riguarda sia le opere di difesa sia le opere interne;*
- *alla Valutazione del potenziale di liquefazione .*

E' stata messa a disposizione dal Committente la seguente documentazione tecnica :

- *Relazione sulle indagini geognostiche nella zona del nuovo porto turistico di Ostia", Geomare srl 1998*

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Riguardo ai principi generali di progettazione, analisi e verifica, si fa riferimento alla vigente normativa ed in particolare:

- [1] **Legge 05/11/1971 n. 1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e da struttura metallica.
- [2] **Legge 02/02/1974 n. 64:** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- [3] **D.M. Min. Infrastrutture 14/01/2008:** Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni. (S.O. alla G.U. n.29 del 04-02.08 S.G.)
- [4] **C.M. Min. Infrastrutture 2.2.2009 n.617:** Istruzioni per l'applicazione delle NTC

Relativamente alla normativa tecnica utilizzata, i calcoli sono stati condotti con il recente D.M. 14/01/2008 [3] e [4].

Tutti i calcoli di stabilità sono svolti secondo gli usuali metodi della Scienza e Tecnica delle Costruzioni e nel rispetto delle normative vigenti sopra citate.

Le verifiche di sicurezza sono effettuate mediante il metodo degli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza ([3] p.2.3)

### **3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

#### **3.1 Caratteristiche stratigrafiche dei terreni**

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione deriva dall'analisi dei risultati di prove in situ ed in laboratorio effettuate nell'ambito dell'area portuale nel corso di una campagna di indagini nel 1998.

In generale si riscontra una certa omogeneità dei terreni presenti nel sottosuolo al variare delle zone indagate.

Nel caso specifico delle opere in progetto, è possibile riferirsi alla campagna di indagine condotta nel 1998 dalla Ditta Geomare che ha comportato l'esecuzione di:

- N°10 sondaggi a carotaggio continuo effettuati a mare, fino alla profondità massima di 20 metri dal fondo
- N.10 sondaggi a carotaggio continuo effettuati a terra fino alla profondità di 20 metri
- Il prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati con prove di laboratorio e campioni rimaneggiati
- Esecuzione nei fori di sondaggio di prove SPT
- N.8 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino alla profondità di 20 m.

In linea generale, tutte le indagini praticate nella zona sono coerenti con il quadro stratigrafico atteso in base alle conoscenze acquisite in passato.

Nella zona è presente in superficie, uno strato di terreno di recente deposizione di sabbie fini limose, ben classate da poco a mediamente consistenti (LITOTIPO 1). Lo spessore varia da circa 8 metri in corrispondenza delle opere a mare a 14 metri in corrispondenza della attuale spiaggia esistente, dove è prevista una paratia ancorata.

Seguono dei limi sabbiosi e sabbie fini limose da poco a mediamente consistenti.

Questo banco sabbioso e talvolta limoso, dello spessore di circa 8 metri, (LITOTIPO 2) ricopre un potente banco di argilla limosa e limo argilloso poco sovraconsolidato della fine del Pleistocene, in genere più compatte e consistenti dei limi superiori per le più elevate profondità; la base di questi depositi, può essere collocata intorno ai 22 metri di profondità nella zona a terra (LITOTIPO 3).

Tutte le indagini dunque consentono di individuare, in un quadro coerente ed unitario, la successione stratigrafica dei terreni in cui ricadono le opere in progetto, con piccole variazioni che potranno essere eventualmente valutate in corso d'opera.

### **3.2 Caratteristiche geotecniche dei terreni**

La progettazione geotecnica delle strutture in oggetto richiede di caratterizzare da un punto di vista meccanico i vari depositi individuati nella successione stratigrafica.

Per questi litotipi, oltre alle caratteristiche fisiche generali, sono state definite sia le proprietà meccaniche di resistenza sia quelle di rigidità, quest'ultime necessarie in particolare per studiare il problema dell'interazione terreno-struttura e stimare le deformazioni attese nelle diverse condizioni di sollecitazione.

Ai fini della successiva progettazione geotecnica delle opere, in base alle caratteristiche dei manufatti, al profilo stratigrafico, alle elaborazioni dei risultati delle indagini geotecniche in sito e delle prove di laboratorio, si definisce un modello geotecnico di sottosuolo che tiene conto, anche delle indagini effettuate in zone limitrofe e dell'effettivo posizionamento dei sondaggi.

I parametri adottati nelle successive analisi, coerentemente alle relazioni di caratterizzazione geotecnica dei diversi progetti ricadenti nella zona in esame, sono riassunti nella seguente tabella:

		LITOTIPO 1	LITOTIPO 2	LITOTIPO 3
Parametro	Spessore (m)	8-14 <sup>1</sup>	8	Base
$\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	17,2	19,0	19,00
<b>Eed</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	1300
<b>E'</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	11000	9000	7000
<b>v'</b>	[-]	0,32	0,32	0,35
<b>Cc</b>	[m <sup>2</sup> /s]	0,24	0,20	0,46
<b>c'</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	0
<b><math>\phi'</math></b>	[°]	31	31	27
<b>cu</b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	-

Dove:

$\gamma$	Peso dell'unità di volume del terreno
<b>Eed</b>	Modulo edometrico
<b>E'</b>	Modulo di Young
<b>v'</b>	Coefficiente di Poisson
<b>Cc</b>	Indice di compressione
<b>c'</b>	Coesione efficace
<b><math>\phi'</math></b>	Angolo di attrito efficace

<sup>1</sup> Il Litotipo 1 presenta uno spessore di 14 metri in corrispondenza della spiaggia a terra dell'attuale porto, e di 8 metri circa a mare in corrispondenza delle opere progettate per l'ampliamento

#### 4. AZIONE SISMICA, CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' E TIPIZZAZIONE DEL TERRENO

Per quanto riguarda la valutazione dell'azione sismica, si è fatto uso delle coordinate geografiche del sito di Ostia:

LATITUDINE: 41,73611 (41° 44' 10'')

LONGITUDINE: 12,24583 (12° 14' 45'')

Ai fini della definizione dell'azione sismica, vengono definite la vita nominale, la classe d'uso ed il periodo di riferimento; in particolare:

VITA NOMINALE  $V_N$  = 100 anni

CLASSE D'USO II

PERIODO DI RIFERIMENTO  $V_R$  = 50 anni

Nei confronti dell'azione sismica si considerano i seguenti Stati Limite ([3] p.3.2.1):

Quale Stato Limite di Esercizio:

**Stato Limite di Danno (SLD):** *a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.*

La Probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R = 100$  anni è pari a  $P_{VR} = 63\%$ , di conseguenza il periodo di ritorno dell'azione da considerare per lo SLD è pari a:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 101 \text{ anni}$$

Quale stato limite ultimo:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** *a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;*

La Probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $V_R = 100$  anni è pari a  $P_{VR} = 10\%$ , di conseguenza il periodo di ritorno dell'azione da considerare per lo SLV è pari a:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 949 \text{ anni};$$

Dall'elaborazione della Tabella 1 dell'Allegato "Pericolosità Sismica" di [3], si ricavano i parametri caratterizzanti l'azione sismica,  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  riferite al sito identificato **presso il porto di Ostia:**

per  $V_R = 100$  anni

	$T_R$	$a_g$ [g]	$F_o$	$T_c^*$ [s]
SLD	101	0.047	2.597	0.279
SLV	975	0.088	2.8	0.336

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale in assenza di specifiche analisi, facendo riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III del DM 14.1.08).

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Relativamente alla tipizzazione dei terreni di fondazione, sulla base dei risultati delle prove *SPT* eseguite, il terreno di fondazione **può essere assimilato alla categoria C**. Per quanto riguarda invece i coefficienti di categoria, si fa riferimento alle nuove Norme Tecniche:

Categoria di sottosuolo: **C** ([3] p.3.2.2);

Condizioni topografiche: **T1** terreno pianeggiante ([3] p.3.2.2);

Definizione dello spettro di risposta elastico per l'azione orizzontale ([3] p.3.2.3.2.1):

Parametri identificativi gli spettri (classe II:  $V_R = 100$  anni):

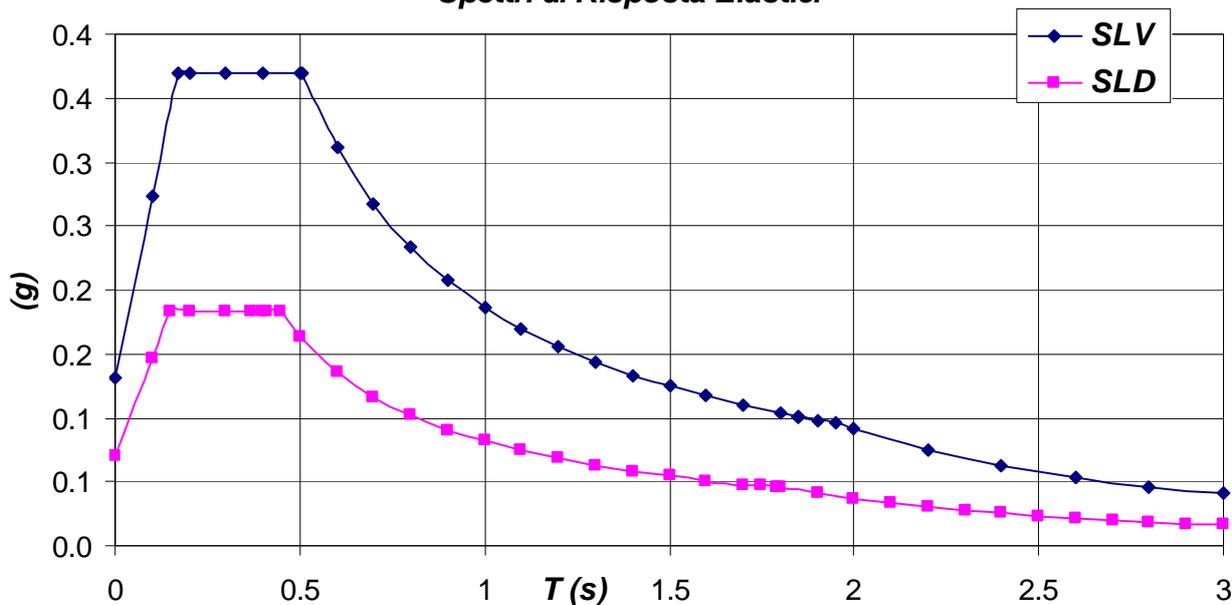
**SLV:**

ag=	<b>0.088</b> g	1.55	S <sub>s</sub> =	<b>1.50</b>	fra 1 e 1.5	eta=	1
F0=	<b>2.8</b>		S <sub>T</sub> =	<b>1</b>		T <sub>c</sub> =	0.51 s
T <sub>c</sub> *=	<b>0.336</b> s		S= S <sub>s</sub> x S <sub>t</sub> =	1.50		T <sub>B</sub> =	0.17 s
<b>Terreno "C"</b>			C <sub>c</sub> =	1.50		T <sub>D</sub> =	1.95 s

**SLD:**

ag=	<b>0.047</b> g	1.63	S <sub>s</sub> =	<b>1.50</b>	fra 1 e 1.5	eta=	1
F0=	<b>2.597</b>		S <sub>T</sub> =	<b>1</b>		T <sub>c</sub> =	0.45 s
T <sub>c</sub> *=	<b>0.279</b> s		S= S <sub>s</sub> x S <sub>t</sub> =	1.50		T <sub>B</sub> =	0.15 s
<b>Terreno "C"</b>			C <sub>c</sub> =	1.60		T <sub>D</sub> =	1.79 s

**Spettri di Risposta Elastici**



Non essendo in presenza di sbalzi o luci significative si trascura la componente verticale del moto sismico.

## 5. CONSIDERAZIONI SULLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Il DM 14.1.08 prevede che la verifica a liquefazione possa essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel caso in esame ricorrono le prime due condizioni contemporaneamente e quindi si esclude tale verifica.