



AUTORITA' PORTUALE DI TARANTO

RETTIFICA, ALLARGAMENTO ED ADEGUAMENTO STRUTTURALE DELLA BANCHINA DI LEVANTE DEL MOLO SAN CATALDO E DELLA CALATA 1 DEL PORTO DI TARANTO

PROGETTO PRELIMINARE

Titolo elaborato : **Relazioni**
Relazione geologico-geotecnica

Scala: **1 0 0 1 4 P R 0 0 3 0 - G E O**

Committente:



AUTORITA' PORTUALE DI TARANTO

Responsabile Unico del Procedimento:
Dott. Ing. Gaetano INTERNO'

PROGETTISTI

Mandataria



Via Monte Zebio, 40
00195 ROMA

Mandante



Via Flaminia Vecchia, 999
00189 Roma

Responsabile integrazione
prestazioni specialistiche
Prof. Ing. Alberto NOLI

Coordinamento di progetto
Dott. Ing. Marco TARTAGLINI

Coordinamento di progetto
Dott. Ing. Francesco NICCHIARELLI

Gruppo di lavoro
Prof. Ing. Alessandro TOGNA
Dott. Ing. Fabio CAPOZZI
Dott. Ing. Francesco LUPI
Dott. Ing. Giancarlo MILANA
Dott. Ing. Andrea SANZONE

Gruppo di lavoro
Dott. Ing. Giovanni PIAZZA
Dott. Arch. Felipe LOZANO LALINDE
Dott. Arch. Patrizia BAMBINI
Dott. Ing. TAROZZI
Dott. Geol. Maurizio LANZINI

	08/04/2011	0	EMISSIONE					
Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE		Redatto:	Controllato:	Validato:	



Dimensioni foglio:

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	---	--

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TETTONICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE	3
2.1 TETTONICA ED ASSETTO GEOSTRUTTURALE	3
2.2 GEOLOGIA	4
2.3 GEOMORFOLOGIA E BATIMETRIA	7
2.4 IDROGEOLOGIA	9
3. INDAGINE GEOGNOSTICA	10
4. STRATIGRAFIA	15
5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI	19
6. SISMICITA'	22
6.1 CARATTERI MACROSISMICI DELL' AREA	22
6.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE	25
7. PROGRAMMA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE	29
8. BIBLIOGRAFIA	30

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA <small>servizi</small>
--	--	--

1. PREMESSA

La presente Relazione Geologica-Geotecnica esamina gli aspetti tettonici, geologici, stratigrafici, geomorfologici, idrogeologici, sismici e geotecnici dell'area interessata dal Progetto Preliminare di *Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1*, nell'ambito del Porto di Taranto.

Il presente rapporto è basato su dati stratigrafici relativi ad indagine pregresse, con particolare riferimento alla Relazione Geologica e Geotecnica dell'Ing. Vincenzo Cotecchia (*"Lavori di Completamento dell'Allargamento a ponente del Molo San Cataldo; Prog. 385/OM/AC; 1979*). Inoltre si sono esaminati altri studi geologico-tecnici prodotti nell'area del Porto di Taranto (Ing. Chiumarulo, Ing. Nuzzo, Coastal Consulting Exploration, ecc.)

Inoltre si fa riferimento ad una recente indagine geognostica (2010) commissionata dall'Autorità Portuale nel settore di levante del Molo San Cataldo e finalizzata alla progettazione dell'Edificio Polifunzionale.

La presente Relazione è redatta con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) emanato il 14/1/2008 ed alla relativa Circolare del 2/2/2009.

L'analisi della sismicità dell'area viene sviluppata per i caratteri macrosismici, mentre per l'analisi della risposta sismica locale si rimanda all'elaborato RP03_A (*Valutazioni di sicurezza delle strutture alle azioni sismiche*).

Inoltre, sulla base dei dati disponibili, si sviluppa il programma di indagini geognostiche per le successive fasi di progettazione.

In questa sede si esaminano i seguenti aspetti:

- inquadramento tettonico, geologico-strutturale, morfologico ed idrogeologico generale;
- descrizione delle indagini geognostiche pregresse (indagine Cotecchia, 1979);
- stratigrafia lungo Molo San Cataldo;
- caratteri macrosismici dell'area;
- caratteri fisico-meccanici dei terreni.
- programma di indagini geognostiche per le successive fasi progettuali

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	--	--

2. INQUADRAMENTO TETTONICO, GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE

Si sviluppano qui di seguito i caratteri tettonici, geologici, geomorfologici ed idrogeologici generali dell'area in cui è localizzato il Molo S. Cataldo.

2.1 Tettonica ed assetto geostrutturale

L'area di Taranto è localizzata nei settori occidentali della piattaforma carbonatica pugliese, la quale immerge verso il mare Jonio e si estende verso occidente a costituire il substrato della fossa pliocenica della Valle del Bradano.

La piattaforma carbonatica pugliese, che ha i caratteri di zona stabile di Avampaese, è caratterizzata da formazioni geologiche riferibili al Gruppo dei Calcari delle Murge (Calcari di Altamura e Calcareniti di Castiglione), con blande giaciture da suborizzontali a debolmente immergenti verso ovest, associate a faglie dirette, con direzione appenninica.

La Figura 1 mostra la localizzazione dell'area in esame nell'ambito del contesto tettonico-strutturale dell'area tarantina.

Viene segnalata, al riguardo, in base ai rilievi geofisici, una faglia a direzione appenninica che dalla Valle del Bradano si spinge nella zona in esame fin oltre Taranto, che potrebbe interessare l'area in esame.

Le coperture plio-pleistoceniche, presenti nelle zone pianeggianti e costiere, obliterano sovente i depositi carbonatici mesozoici e le relative strutture tettoniche; tali coperture sono costituite da calcareniti (calcareniti di Gravina) e argille marnose (argille del Bradano), fino a depositi continentali olocenici e recenti.



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica

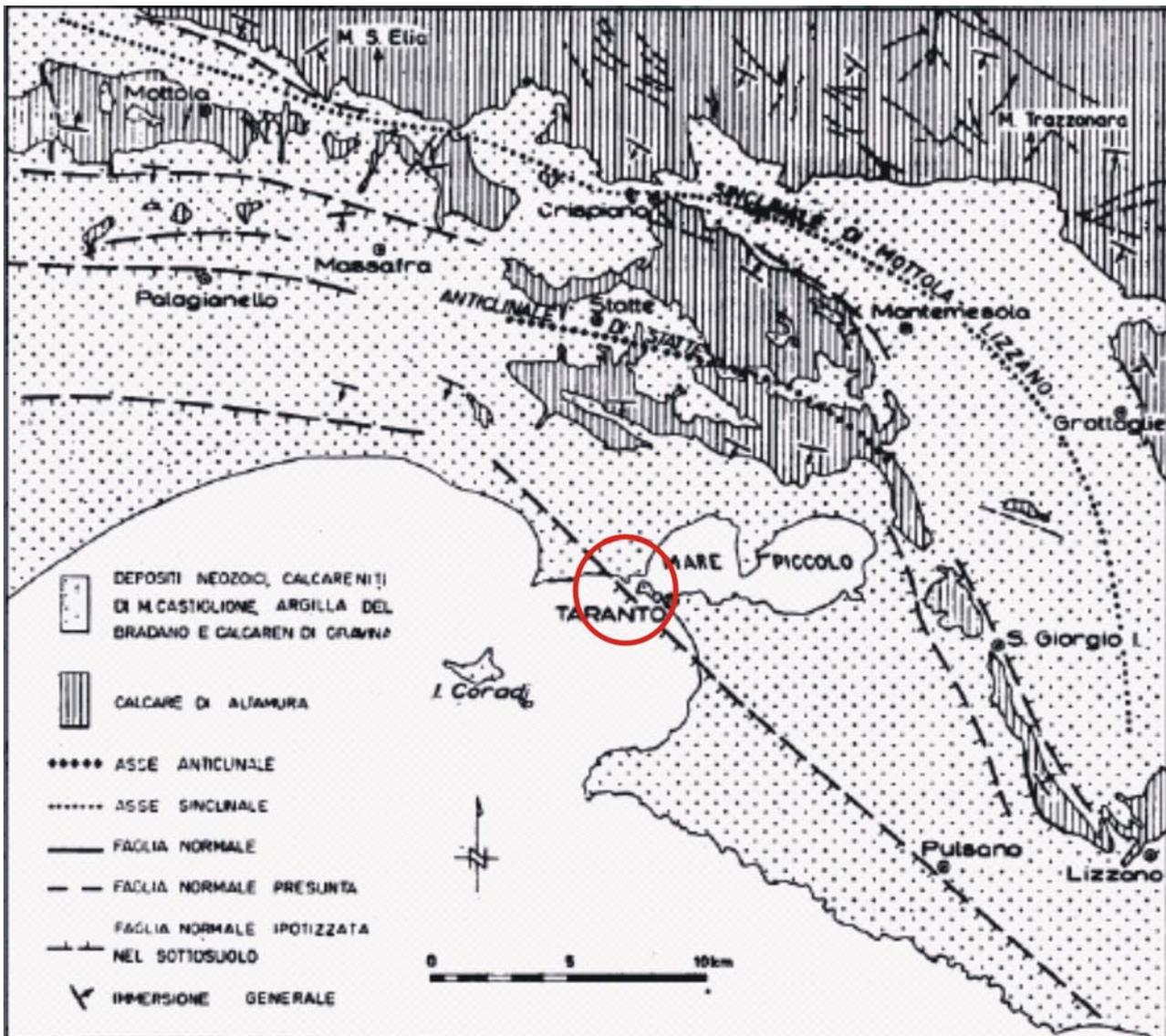


Figura 1 - Schema tettonico dell'area pugliese e tarantina

2.2 Geologia

I caratteri geologici più salienti sono messi in evidenza dalla morfologia che appare in generale più movimentata dove affiorano i sedimenti calcarei mesozoici, i quali, affioranti prevalentemente nelle zone interne delle Murge, sono riferibili alle seguenti unità: Calcari di Bari, Calcare di Mola, Calcare di Altamura.

Le aree pianeggianti sono occupate, oltre che da depositi continentali superficiali, in cui sono state riconosciute la Calcarenite di Gravina del Pliocene superiore-Calabriano, e da sedimenti

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p> 
---	---	--

marini argilloso-siltosi del Pleistocene inferiore, riferibili alla Formazione dell'Argilla del Bradano.

In particolare nel settore del Porto di Taranto si individua la seguente serie geologica, dall'alto verso il basso l'alto:

- 1) *Calcarenite di Castiglione*: calcareniti organogene, tipo panchina (Calabriano)
- 2) *Argilla del Bradano*: marne argillose e siltose con talora intercalazioni sabbiose (Calabriano).
- 3) *Calcarenite di Gravina*: calcareniti in genere fini, pulverulente, talora molto compatte, ghiaie e brecce calcaree (Pliocene superiore-Calabriano).
- 4) *Calcari di Altamura*: calcari compatti con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatti (Turoniano-Senoniano con possibile passaggio al Cenomaniano).

A tale sequenza, nel settore del Porto di Taranto vanno aggiunte le unità geologiche ascrivibili ai depositi olocenici e recenti dei fondali marini, costituiti essenzialmente da sabbie e limi argillosi.

Nel settore costiero, ed in corrispondenza del molo San Cataldo, non sono presenti le Calcareniti di Castiglione, ma affiorano le Argille del Bradano, seguite in profondità dalla Calcarenite di Gravina e dai Calcari di Altamura.

Nella Figura 2, si mostra il settore in esame nel contesto geologico generale (stralcio dal Foglio n. 202 della Carta Geologica d'Italia):



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica



Figura 2 - Carta geologica dell'area di Taranto.

La Figura 3 mostra in una sezione geologica schematica i rapporti giacitureali delle suddette formazioni e la localizzazione dell'area in esame:

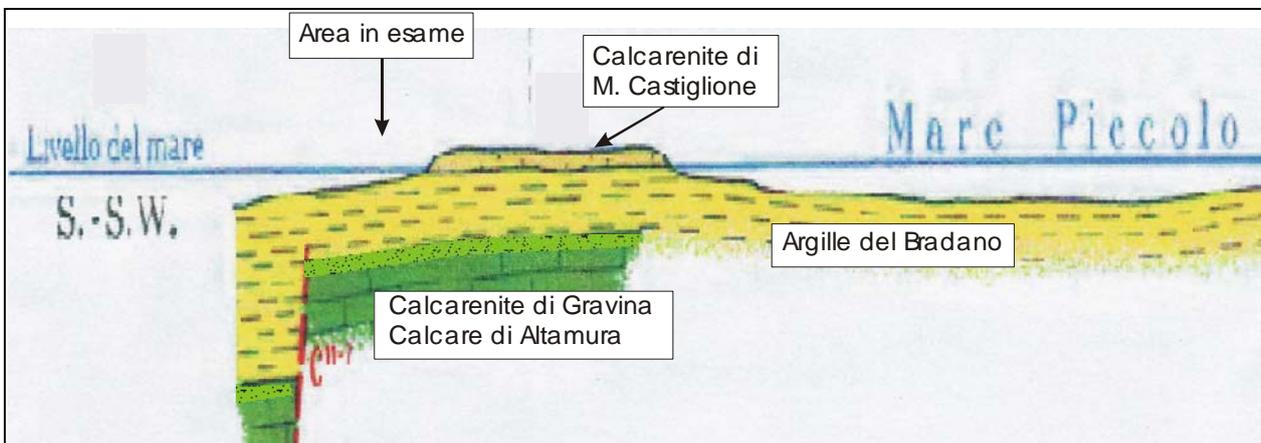


Figura 3 - sezione geologica schematica.

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA <small>servizi</small>
--	--	--

2.3 Geomorfologia e batimetria

Dal punto di vista morfologico l'area costiera, prescindendo dalle variazioni topografiche legate agli interventi portuali, si estende con direzione est-ovest e con quote intorno a 2,8-3,1 m slm.

In particolare il Molo San Cataldo presenta, nel settore di ponente, quote intorno a 2,8-3,1 m slm, mentre nel settore di levante (zona del Molo Storico) assume quote relativamente minori e dintorno a 1,3-1,5 m slm.

Nel settore di ponente del Molo San Cataldo, ove sono stato eseguiti i sondaggi S5, S6, S7 a mare, il fondale è stato individuato a circa -9-10 m dal livello marino.

Il Molo San Cataldo, nella struttura attuale, si è sviluppato in varie fasi descritte nella Figura 4.



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica

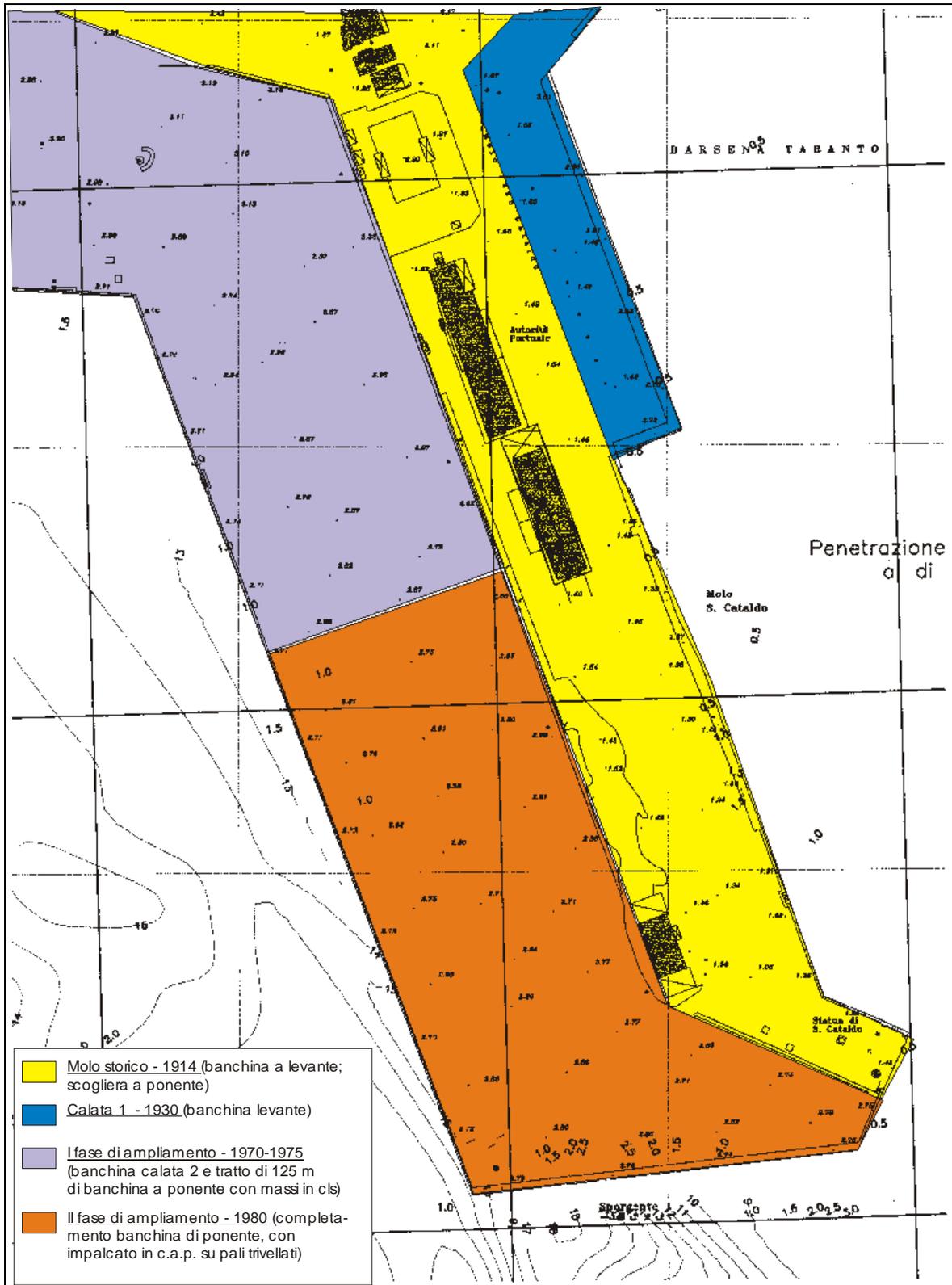


Figura 4 - evoluzione del Molo San Cataldo.

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p> 
---	--	--

2.4 Idrogeologia

La prevalente presenza di rocce calcaree più o meno fratturate determina in grande una diffusa permeabilità per fratturazione; la permeabilità può essere localmente ridotta in corrispondenza di livelli calcareo- marnosi, con caratteri variabili da media ad elevata permeabilità. Questa falda profonda, alimentata dalle piogge, drena verso le zone costiere con gradienti piuttosto blandi.

In particolare nelle zone costiere ove l'acquifero carbonatico è tamponato dalle Argille del Bradano impermeabili, si realizzano condizioni di falde in pressione..

L'area delle Murge è pressoché priva di sorgenti significative, ma la possibilità di emergenze sorgentizie si realizzano lungo la costa o anche in mare aperto, come è segnalato in varie zone dell'area tarantina. A tale riguardo si cita la sorgente sottomarina localizzata nel Mar Grande, a sud-est del Molo di San Cataldo ed in prossimità del Molo S. Eligio, conosciuta come *Citro* o *l'Anello* od *Occhio di S. Cataldo*, la cui localizzazione è mostrata in Figura 5 (da Indagine Coastal Consulting & Exploration, 2008).

Questa sorgente è ben visibile anche a distanza, quando il mare è calmo, e l'acqua dolce viene ad estendersi per circa 20 cm sull'acqua salata. L'Anello di S. Cataldo rappresenta la più caratteristica sorgente carsica ascendente subacquea della regione.

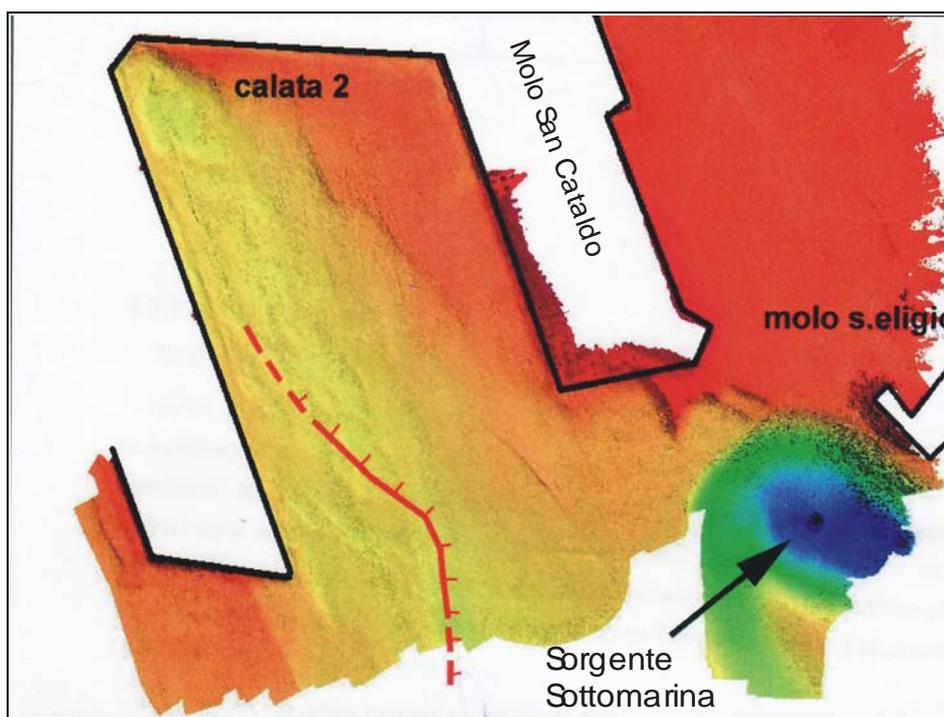


Figura 5 - localizzazione della sorgente sottomarina a sud-est del Molo San Cataldo

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI 
--	--	--

3. INDAGINE GEOGNOSTICA

In questo rapporto si fa riferimento alle seguenti indagini:

Indagine del 1979

Indagine geognostica eseguita nel 1979, nell'ambito dello Studio del Prof. Cotecchia per il progetto dell'ampliamento del settore di ponente del Molo San Cataldo.

L'indagine è consistita nella esecuzione di 7 sondaggi geognostici, esecuzione di prove penetrometriche SPT, prelievo di campioni indisturbati e relative prove di laboratorio.

La tabella seguente mostra gli elementi principali dei suddetti sondaggi, dei quali i primi 4 sono direttamente localizzati nel settore di levante del Molo:

SONDAGGIO	LOCALIZZAZIONE NEL MOLO S. CATALDO	PROF. TOT.	CAMPIONI IND.	SPT
1	Settore di levante	65	-	-
2	Settore di levante	68	-	-
3	Settore di levante	65	7	6
4	Settore di levante	70	3	11
5	Settore di ponente	65	-	-
6	Settore di ponente	65	3	-
7	Settore di ponente	65	-	-

I sondaggi S1-S4 sono stati eseguiti sul settore di ponente del molo esistente (molo storico), mentre i sondaggi S5, S6, S7, essendo il settore di ponente in progetto, sono stati eseguiti a mare.

Si sottolinea l'esecuzione di SPT fino alla profondità di 50-55 m dal p.c., anche se tali prove sono considerate attendibili soltanto fino ad un massimo di 20-25 m dal p.c. (in questa sede si terrà conto di tale limitazione).

I campioni prelevati nei sondaggi geognostici sono stati sottoposti a prove di laboratorio, come illustrato nella seguente tabella:

10 014 PR 003 0- GEO	Relazione geologico tecnica	10
-------------------------	-----------------------------	----



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica



S/C	PROF.	LITOLOGIA	PROVE
S3/C1	18,00-18,60	Argilla sabbiosa	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale CD, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S3/C2	22,50-23,10	Argilla sabbiosa	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale CD, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S3/C3	28,50-29,50	Argilla sabbiosa	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale CD, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S3/C4	34,50-35,50	Argilla sabbiosa	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale CD, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S3/C5	40,00-40,60	Argilla sabbiosa	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale CD, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S3/C6	45,50-46,20	Argilla compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale CD, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S3/C7	55,50-56,10	Argilla compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale UU Contenuto in CaCO ₃
S4/C1	18,30-19,00	Sabbia fine	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S4/C2	30,00-30,70	Argilla sabbiosa compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, ELL, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S4/C3	40,50-41,20	Argilla molto compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale UU, TD veloce Contenuto in CaCO ₃
S6/C1	30,20-30,90	Argilla molto compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale UU



Autorità Portuale
di Taranto

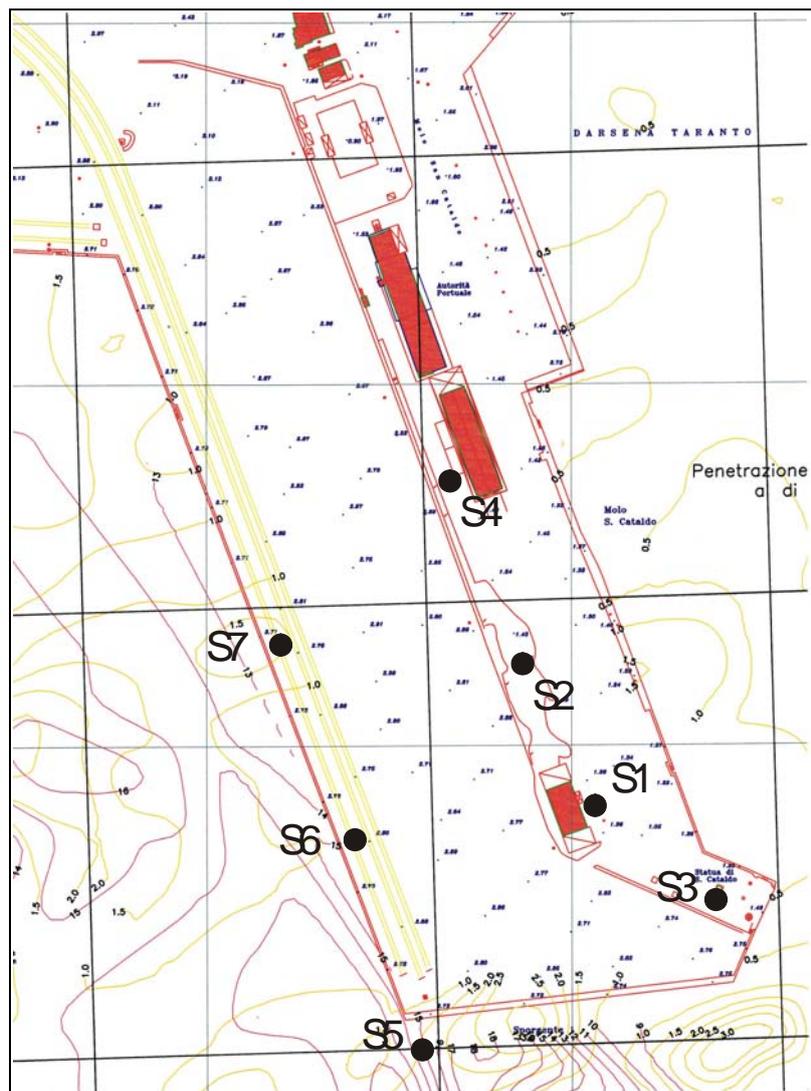
Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica



S6/C2	35,50-35,80	Argilla molto compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale UU Contenuto in CaCO ₃
S6/C3	36,70-37,00	Argilla sabbiosa compatta	Densità, Wn, Peso specifico, granulometria, Limiti di Atterberg, Triassiale UU Contenuto in CaCO ₃

La Figura 6 mostra l'ubicazione dei sondaggi geognostici dell'indagine del 1979.



 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	--	---

Figura 6 - ubicazione dei sondaggi geognostici (indagine Cotecchia del 1979)

Indagine del 2010

Si fa riferimento ad una recente indagine geognostica (2010) commissionata dall'Autorità Portuale nel settore di levante del Molo San Cataldo e finalizzata alla progettazione dell'Edificio Polifunzionale.

L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 5 sondaggi geognostici, con prelievo di campioni indisturbati e relative prove di laboratorio.

SONDAGGIO	PROF. TOT.	CAMPIONI IND.	SPT
1	30	-	3
2	32	-	3
3	40	4	2
4	40	4	2
5	40	4	2

Si sono inoltre eseguite due prove geofisiche tipo MASW finalizzate alla definizione del parametro V_s , necessario per individuare la risposta sismica locale.

La Figura 7 mostra la localizzazione delle suddette indagini:



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica

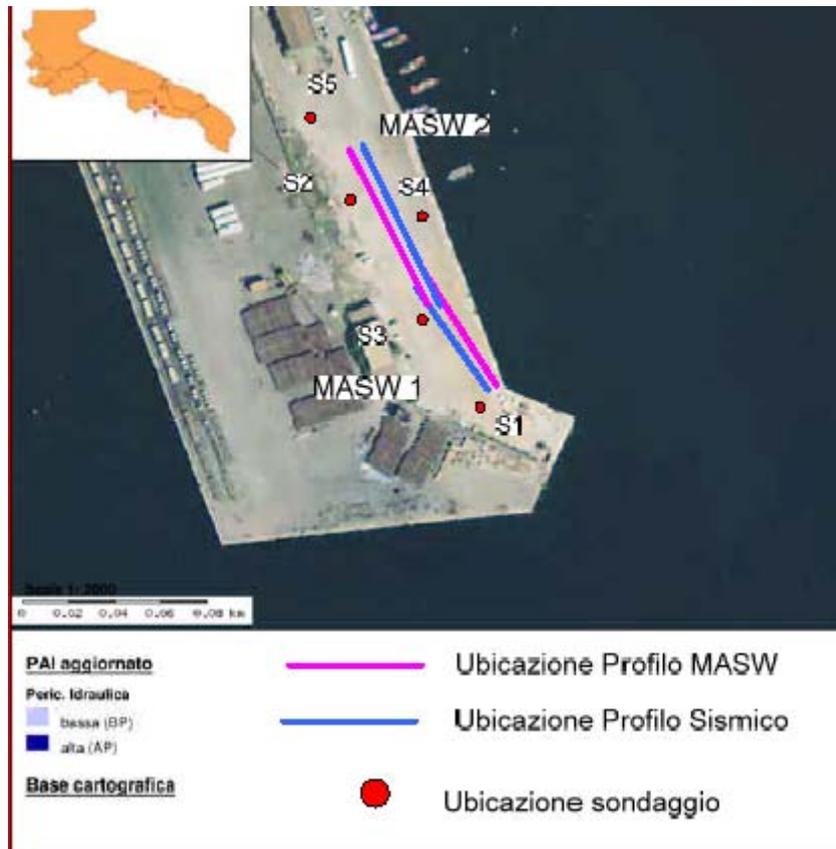


Figura 7 - ubicazione dei sondaggi geognostici (indagine 2010)

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	--	--

4. STRATIGRAFIA

La descrizione dei terreni viene sviluppata in senso stratigrafico (dal più recente al più antico) con diretto riferimento alla suddivisione stratigrafica impostata nello Studio del prof. Cotecchia (1979), che presenta sondaggi spinti sino a 65-70 m..

Tale suddivisione è inoltre coerente con i dati stratigrafici dell'indagine del 2010 eseguita nel settore di levante del Molo.

Si sono state individuati 9 litotipi indicati con la sigla Z1-Z9 e così raggruppati:

Z1	Struttura del molo S. Cataldo (solo in S1, S2, S3, S4)	
Z2	Sabbie, sabbie limose ed argille sabbiose.	Olocene-recente
Z3	Depositi del fondale marino	
Z4		
Z5		
Z6		
Z7	Argille marnose grigio-verdastro, molto consistenti (Argille Grigie del Bradano)	Pleistocene inferiore
Z8	Calcarenite di Gravina	Pliocene sup.- Pleistocene inferiore
Z9	Calcarea di Altamura	Mesozoico

Fondazione del Molo (Z1)

Si fa riferimento alla struttura storica del settore di levante del Molo San Cataldo.

Trattasi di materiale eterometrico di natura calcarea e calcarenitica.

Sabbia media(Z2)

Questo litotipo è costituito da sabbie medie di colore grigiastro, da poco a mediamente addensate e rappresentano il fondale sabbioso intercettato da tutti i sondaggi.

Lo spessore è molto variabile da 1,5 a 10 metri, tenendo anche conto che tale spessore ha carattere aleatorio dipendente dalle locali condizioni meteomarine e delle correnti locali.

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	--	--

Sabbia fine limose (Z3)

Inferiormente all'unità Z2, sono sempre presenti depositi sabbiosi, ma con granulometrie fini e con un certo contenuto limoso; il colore è sempre grigiastro.

Lo spessore è molto variabile da 3 a 17metri, lo spessore massimo sia ha in corrispondenza del sondaggio S6 eseguito in acqua.

Argilla grigia sabbiosa (Z4)

La stratigrafia prosegue con depositi argilloso-limosi grigiastri, poco consistenti., con un certo contenuto fossilifero.

Questa unità litologica è stata intercettata con spessori intorno a 14-24 metri. mentre nel settore di ponente del molo questa unità non è presente.

Sabbia argillosa (Z5)

Trattasi di sabbie argillose con abbondante contenuto fossilifero, di colore grigio e grigio-nerastro; localmente si individua una granulometria medio-grossolana delle sabbie..

Questo litotipo, con spessori limitati a 1,0-1,8 metri è stata carotata soltanto in corrispondenza del molo storico, mentre nel settore di ponente del molo questa unità non è presente.

Argilla grigio-giallastra (Z6)

Questa unità rappresenta il membro superiore della Formazione marina delle Argille Grigie del Bradano, e sono individuate in quanto, rispetto alla formazione (Z7) sono caratterizzate da un certo grado di alterazione e parziale rimaneggiamento che determinano caratteristiche fisico-meccaniche relativamente più scadenti.

Dal punto di vista granulometrico sono rappresentate da argille di colore grigiastro e giallastro, con livelli sabbiosi e contenuto fossilifero, mediamente consistenti.

Lo spessore è variabile da 6,5 13,0 metri ed il tetto è ubicato a profondità dal livello marino che aumenta dalla radice del molo verso il mare, da 15 metri slm a 42 m slm in quanto è stato eroso (in relazione a tale aumento di profondità del tetto delle Argille del Bradano corrisponde un relativo aumento dello spessore totale delle unità del fondale: Z2, S3, Z4, S5)

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	--	--

Argilla grigio-verdastra (Z7)

L'unità Z7 rappresenta i depositi pleistocenici marini riferibili alle Argille Grigie del Bradano, più o meno marnose, molto consistenti, fino a stati sovraconsolidati.

Trattasi di argille grigiastre-verdastre con sottili livelli sabbiosi a volte cementati e presenza locale di fratture verticali.

Lo spessore varia da 16 a 33 metri, con diminuzione di spessore dalla radice del molo verso il mare. Soltanto nel sondaggio S3 questa unità non è stata intercettata nelle condizioni di elevata consistenza.

Calcarenite (Z8)

Calcareniti compatte a granulometria medio-fine, poco porose, di colore grigiastro e stratificazione poco evidente; lo spessore è di pochi metri.

Sono riferibili alla Calcarenite di Gravina, di età pliocenica superiore.

Costituisce, insieme ai calcari (Z9) il substrato rigido-lapideo che sottende il Molo San Cataldo.

La profondità alla quale sono state intercettate le calcareniti è abbastanza regolare ed intorno a 58,00-63,00 m dal l.m.

Calcare micritico (Z9)

Trattasi di calcari stratificati, detritico-organogeni, fratturati, con patine di ossidazione.

Fanno riferimento al Calcare di Altamura (Mesozoico).

Poiché il presente progetto è relativo al settore di levante del Molo San Cataldo si prendono in riferimento soltanto i sondaggi localizzati nel suddetto settore.

La Figura 8 mostra una sezione stratigrafica lungo il lato di levante del Molo San Cataldo.



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica

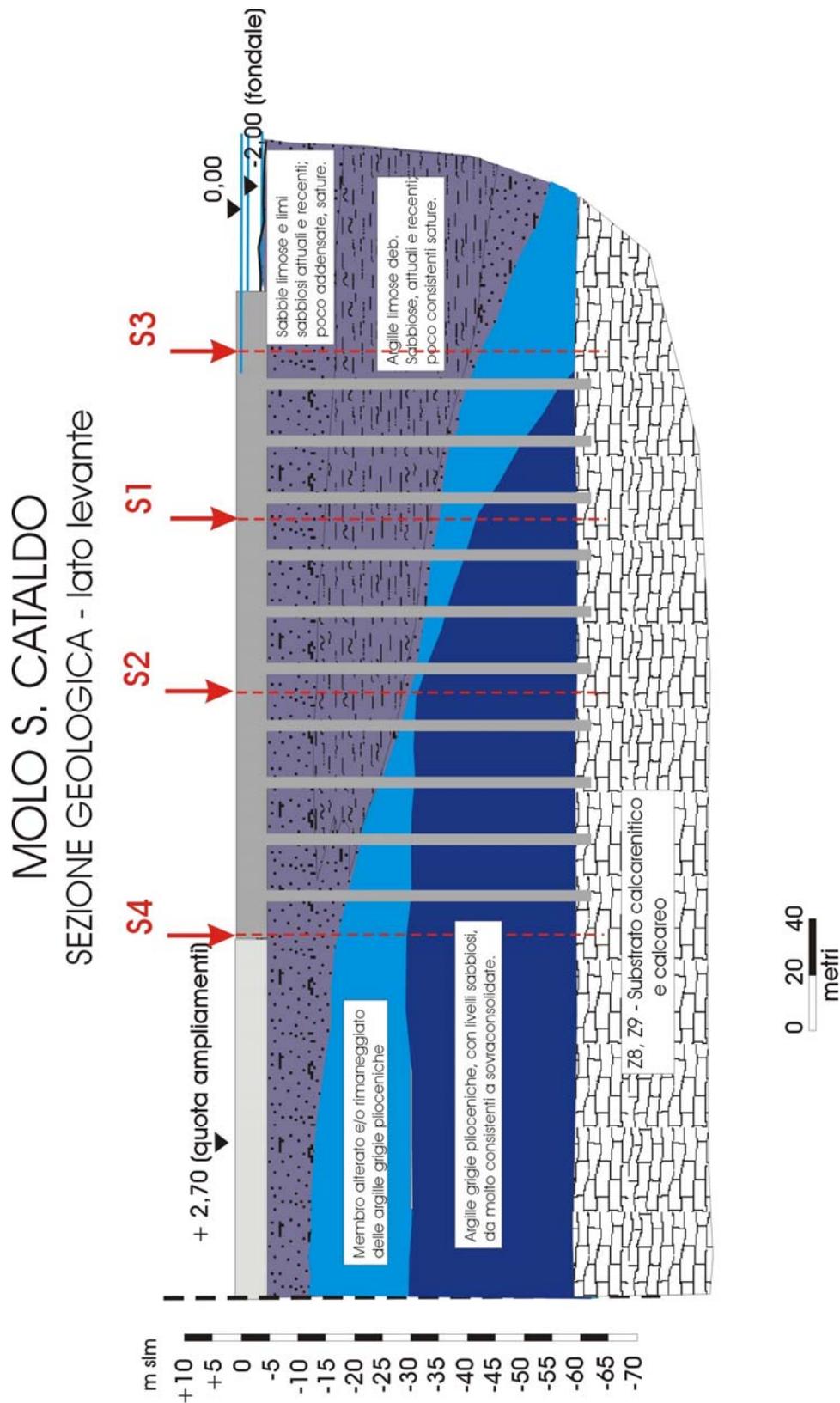


Figura 8 - sezione stratigrafica del settore di levante del Molo San Cataldo

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	---	---

5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI TERRENI

Facendo riferimento alla impostazione dello studio del Prof. Cotecchia (1979) si mantiene la classificazione geotecnica dei ivi assunta.

In particolare in tale studio, escludendo l'unità Z1 relativa alla struttura del Molo di levante, le unità litologiche individuate dai sondaggi (Z2-Z9) sono accorpate in 4 unità litotecniche (A, B, C, D) in base al comportamento geomeccanico, come mostra la seguente tabella:

Z2	Sabbie, sabbie limose ed argille sabbiose. Depositi del fondale marino	A
Z3		
Z4		
Z5		
Z6	Membro superficiale alterato e parzialmente rimaneggiato delle Argille Grigie del Bradano	B
Z7	Argille marnose grigio-verdastro, molto consistenti (Argille Grigie del Bradano)	C
Z8	Calcarenite di Gravina	D
Z9	Calcarea di Altamura	

UNITA' LITOTECNICA A

Questa unità litotecnica include tutti i terreni del fondale (Z2, Z3, Z4, Z5), caratterizzati da stati di normalconsolidazione (nei livelli superiori anche sottoconsolidati), saturi, con bassa resistenza al taglio ed elevata deformabilità.

Dal punto di vista granulometrico si presentano come sabbie fini limose, argille sabbiose e localmente sabbie medio-grossolane.

In base alle prove di laboratorio si assumono i seguenti parametri fisico-meccanici:

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	--	---

Peso di volume - γ (kN/m ³)	18-19
Peso di volume secco - γ_d (kN/m ³)	13-15
Umidità naturale - W_n (%)	31-35
Limite Liquido - LL (%)	31-45
Indice Plastico - IP	12-27
Attività - A	0,4-1,0
Indice di Consistenza - Ic	0,1-0,3
Angolo di attrito - ϕ' (°)	14-26
Coesione drenata - C' (kPa)	11-50
Coesione non drenata - C_u (kPa)	50-80
Modulo di Deformazione - E (MPa)	3,5-13,6

Le prove penetrometriche hanno dato valori variabili da 4 a 15 colpi/30cm, valori coerenti con i dati di laboratorio.

UNITA' LITOTECNICA B

Questa unità rappresenta il membro superiore della Formazione marina delle Argille Grigie del Bradano, ed è individuata come unità separata dalla Unità litotecnica C in quanto è caratterizzata da un certo grado di alterazione e parziale rimaneggiamento che determina caratteristiche fisico-meccaniche relativamente più scadenti ed una relativa maggiore deformabilità.

Dal punto di vista granulometrico sono rappresentate da argille di colore grigiastro e giallastro, con livelli sabbiosi e contenuto fossilifero, mediamente consistenti.

In base alle prove di laboratorio si assumono i seguenti parametri fisico-meccanici:

Peso di volume - γ (kN/m ³)	19-20
Peso di volume secco - γ_d (kN/m ³)	14,5-16,5
Umidità naturale - W_n (%)	24-32
Limite Liquido - LL (%)	47-55
Indice Plastico - IP	28-36
Attività - A	0,5-0,7
Indice di Consistenza - Ic	0,7-0,8
Angolo di attrito - ϕ' (°)	24
Coesione drenata - C' (kPa)	100
Coesione non drenata - C_u (kPa)	110-390
Modulo di Deformazione - E ₃₀ (MPa)	14-32

Il Modulo di Deformazione è espresso al 30 % della rottura.

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	--	---

Le prove penetrometriche hanno dato valori variabili da 20 a 40 colpi/30cm, valori coerenti con i dati di laboratorio.

UNITA' LITOTECNICA C

Rappresenta i depositi pleistocenici marini riferibili alle Argille Grigie del Bradano, più o meno marnose, molto consistenti, fino a stati sovraconsolidati.

Trattasi di argille grigiastre-verdastre con sottili livelli sabbiosi a volte cementati e presenza locale di fratture verticali.

In base alle prove di laboratorio si assumono i seguenti parametri fisico-meccanici:

Peso di volume - γ (kN/m ³)	19-20
Peso di volume secco - γ_d (kN/m ³)	15-16
Umidità naturale - Wn (%)	23-27
Limite Liquido - LL (%)	53
Indice Plastico - IP	32
Attività - A	0,7
Coesione non drenata - Cu (kPa)	270-380
Modulo di Deformazione - E30 (MPa)	28,8

Il Modulo di Deformazione è espresso al 30 % della rottura.

Le prove penetrometriche hanno dato valori variabili da 60 colpi/30cm fino a Rifiuto, valori coerenti con i dati di laboratorio.

UNITA' LITOTECNICA D

Questa unità litotecnica individua il substrato rigido, costituito dalle Calcareniti di Gravina e dai Calcari di Altamura, ambedue caratterizzati da uno stato lapideo-semilapideo, variamente fratturato.

In base alle prove di laboratorio si assumono i seguenti parametri fisico-meccanici:

Peso di volume - γ (kN/m ³)	19-20
Coesione non drenata - Cu (kPa)	1500
Resistenza a Compr. Monoax - (MPa)	2,8
Modulo di Deformazione - E (MPa)	500

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI 
--	---	--

6. SISMICITA'

Nel presente Progetto Preliminare l'analisi della sismicità generale e locale viene sviluppata secondo quanto previsto dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e con le modifiche presenti nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) emanato il 14/1/2008.

6.1 Caratteri macrosismici dell'area

In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, il Comune di Taranto, nel quale è collocato il progetto in esame, è stato incluso nella Zona Sismica 3; nella precedente normativa (Decreti fino a 1996) il Comune di Taranto non era classificato. Successivamente la Regione Puglia ha emanato una DR n. 153 del 2 Marzo 2004 che conferma l'appartenenza del Comune di Taranto alla Zona Sismica 3.

La bassa sismicità dell'area tarantina è giustificata dall'assenza di strutture sismogenetiche nelle immediate vicinanze, le quali sono localizzate in prevalenza nell'area appenninica e nell'area del Gargano (Figura 9).

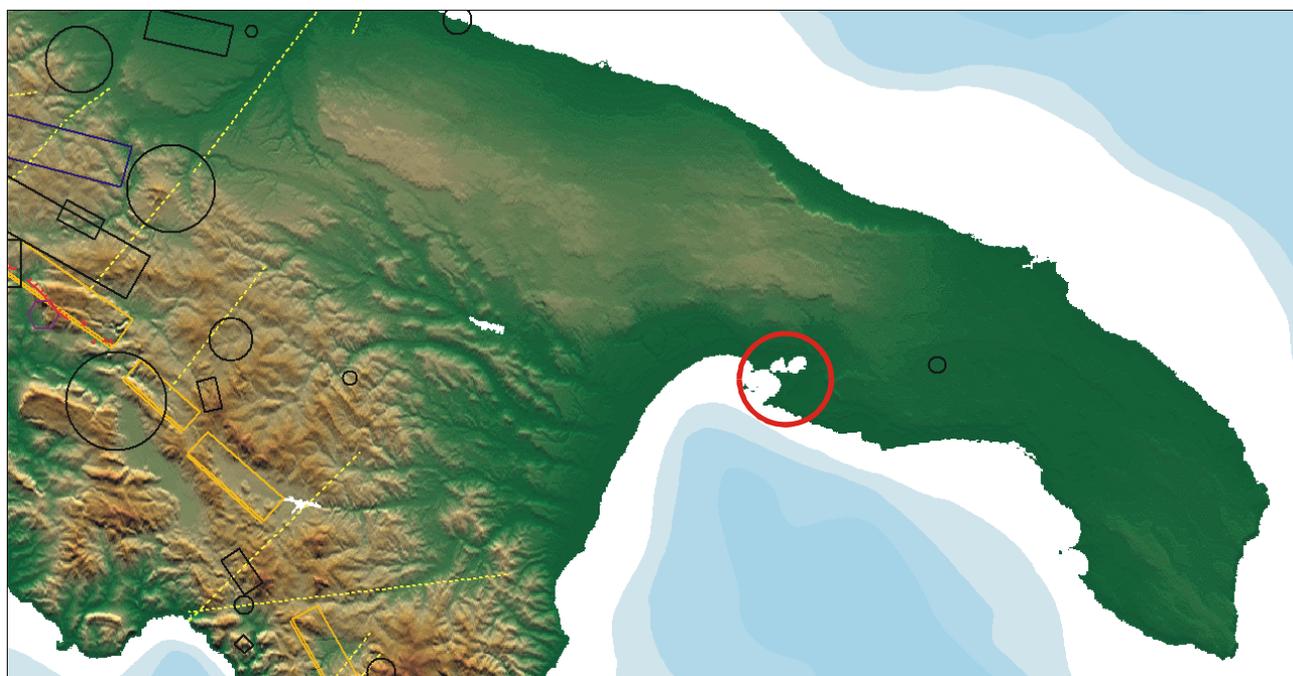


Figura 9: localizzazione delle zone sismogenetiche (DISS 2)

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	--	---

Tale contesto sismogenetico è verificabile dalla Figura 10 (progetto DISS.2 dell'Istituto Nazionale di Fisica e Vulcanologia, 2002), che mostra gli epicentri dei terremoti storici; si individuano prevalentemente sismi con elevata magnitudo localizzati nel settore di catena appenninica ed una più debole sismicità dei Colli Albani.

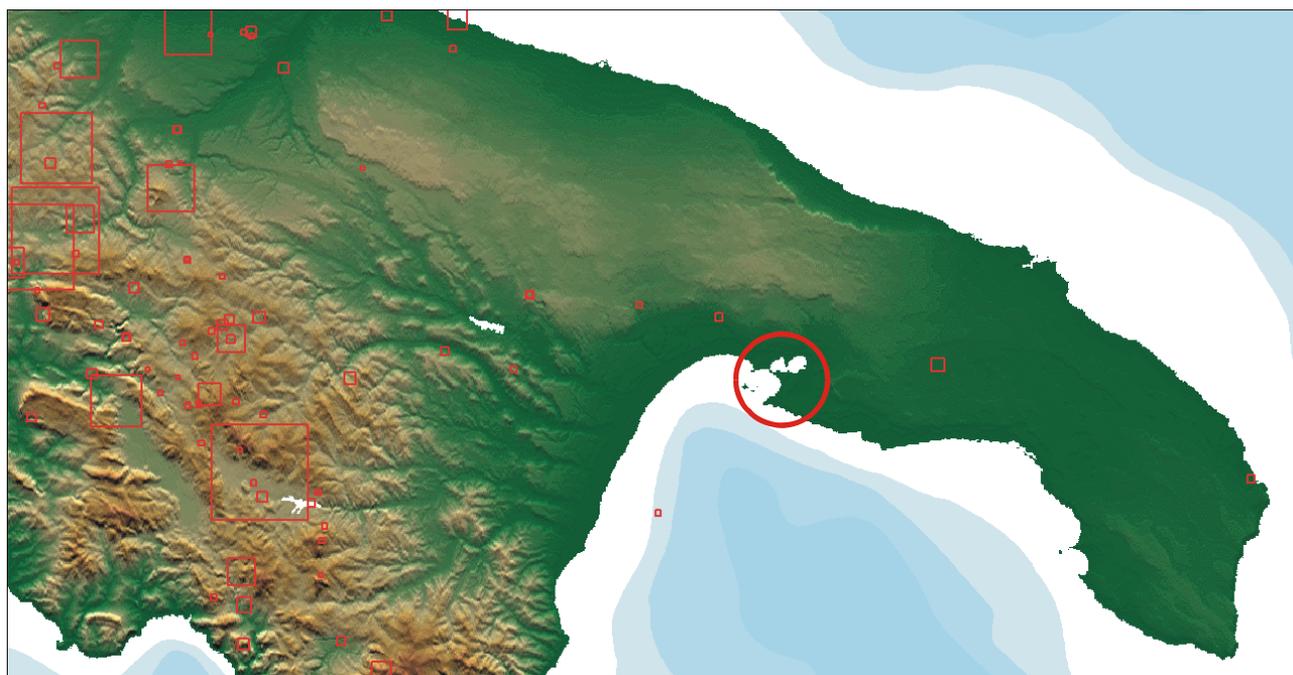


Figura 10: localizzazione dei terremoti nel settore appenninico centrale (catalogo CPTI)

Qui di seguito alleghiamo in forma tabellare i risentimenti sismici del Comune di Taranto (INGV, Catalogo DBMI04), da cui emerge che il Comune di Taranto è stato interessato da risentimenti, di prevalente origine sismica appenninica) mediamente da Intensità Macrosismica MCS $I_s = 3-5$. Maggiori risentimenti, con $I_s = 6-7$, sono stati raggiunti in corrispondenza del Terremoto del Molise ($I_s=6$ del 1456), del Basso Ionio ($I_s = 8$ del 1753) della Basilicata ($I_s = 6-7$ del 1857).



Autorità Portuale
di Taranto

Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della
banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del
Porto di Taranto

PROGETTO PRELIMINARE
Relazione geologico tecnica



Seismic history of Taranto [40.474, 17.239]

DATA BASE DMBIO4 (Total number of earthquakes: 34)

Effects	Earthquake occurred:				
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Studio	Io	Mw
6	1456 12 05	MOLISE	DOM	10	6.96
3	1638 03 27 15 05	Calabria	CFTI	11	7.00
8	1743 02 20 16 30	Basso Ionio	CFTI	9-10	6.90
6-7	1857 12 16 21 15	Basilicata	CFTI	10-11	6.96
4-5	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	DOM	7-8	6.07
NF	1887 12 03 03 45	Calabria settent.	CFTI	8	5.52
4	1889 12 08	APRICENA	DOM	7	5.55
F	1904 04 08 08 22	GARGANO	DOM	6-7	4.98
4-5	1905 09 08 01 43 11	Calabria	CFTI	11	7.06
2-3	1905 11 26	IRPINIA	DOM	7	5.32
2	1907 10 23 20 28 19	Calabria meridionale	CFTI	8-9	5.93
2	1908 12 28 04 20 27	Calabria meridionale	CFTI	11	7.24
RS	1909 08 25 00 22	MURLO	DOM	7-8	5.40
5	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	CFTI	8-9	5.87
2	1913 06 28 08 53 02	Calabria settentrion	CFTI	8	5.65
2	1915 01 13 06 52	AVEZZANO	DOM	11	6.99
3	1917 06 12 18 44	MAR IONIO	DOM		5.50
5	1930 07 23 00 08	Irpinia	CFTI	10	6.72
2	1931 12 03 09 32	CERIGNOLA	DOM	6-7	4.62
3	1932 01 02 23 36	CROTONESE	DOM	6-7	5.62
2	1933 03 07 14 39	BISACCIA	DOM	6	5.13
2	1947 05 11 06 32 15	Calabria centrale	CFTI	8	5.71
4	1948 08 18 21 12 20	Puglia settent.	CFTI	7-8	5.58
3	1951 01 16 01 11	GARGANO	DOM	7	5.27
2	1955 02 09 10 06	MONTE S. ANGELO	DOM	7	5.17
3	1956 01 09 00 44	GRASSANO	DOM	6-7	5.03
F	1962 08 21 18 19 30	Irpinia	CFTI	9	6.19
RS	1967 12 09 03 09	ADRIATICO MER.	DOM	6	4.83
F	1975 06 19 10 11	MATTINATELLA	DOM	6	5.14
5	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	CFTI	10	6.89
4	1982 03 21 09 44 02	MARATEA	CFTI	7-8	5.20
NF	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	DOM	7	5.68
4	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	BMING	7	5.84
2-3	1995 09 30 10 14 34	GARGANO	BMING	6	5.22

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	--	---

6.2 Risposta sismica locale

I dati sopra riportati sono di carattere macrosismico e/o validi per l'intero territorio comunale, mentre particolare rilevanza hanno i parametri geologici, geomorfologici ed idrogeologici che determinano la pericolosità sismica locale (amplificazione sismica, liquefazione dei terreni, ecc.).

In questa sede le condizioni sismiche locali dell'area in esame sono verificate secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) emanato il 14/1/2008, che prevede sostanzialmente le seguenti 3 fasi di definizione della risposta sismica locale:

- A) Valutazione dei parametri sismici ($a(g)$, F_0 , TC^*) su suolo rigido;
- B) Valutazione del fattore di amplificazione stratigrafico (S_s);
- C) Valutazione del fattore di amplificazione topografico (S_T).

Il punto A) viene sviluppato nell'elaborato RP03_A (*Valutazioni di sicurezza delle strutture alle azioni sismiche*).

Qui di seguito si eseguono invece le valutazioni dei punti B) e C).

B) Amplificazione Stratigrafica

Per la valutazione dell'amplificazione stratigrafica le nuove norme sismiche suddividono i diversi terreni in 5 Categorie di Sottosuolo, in relazione alla risposta sismica locale, come qui di seguito riportato:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} = 360-800$ m/sec ($N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa o $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensate o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiore a 30 m, caratterizzati da un

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI  VIA servizi
--	--	---

	graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} = 180-360$ m/sec ($15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi a grana grossa scarsamente addensati oppure terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/sec ($N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $C_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, giacenti su un substrato di riferimento ($V_{s30} > 800$ m/sec).

Tale classifica individua anche due tipi di terreno S1 e S2 sono caratterizzati da parametri geotecnici particolarmente scadenti ($V_s < 100$ m/sec; terreni liquefacibili, argille sensitive, ecc.), nei quali sono necessari studi specifici.

I valori penetrometrici eseguiti nei sondaggi S3 e S4 e fino a 30 m di profondità individuano valori di SPT = 4-15 colpi/30cm, mentre la coesione non drenata C_u varia da 50 a 80 kPa.

Tali valori indicano la **Categoria di Sottosuolo D**, caratterizzata da valori di velocità delle onde di taglio $V_{s30} < 180$ m/sec.

Una verifica di tale attribuzione è stata svolta stimando V_s dai valori penetrometrici SPT utilizzando alcune relazioni empiriche (Otha % Goto, 1968; Muzzi, 1984; Lee, 1990; Imai, 1997); si ottengono valori di $V_{s30} = 100-200$ m/sec (Figura 11).

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	--	--

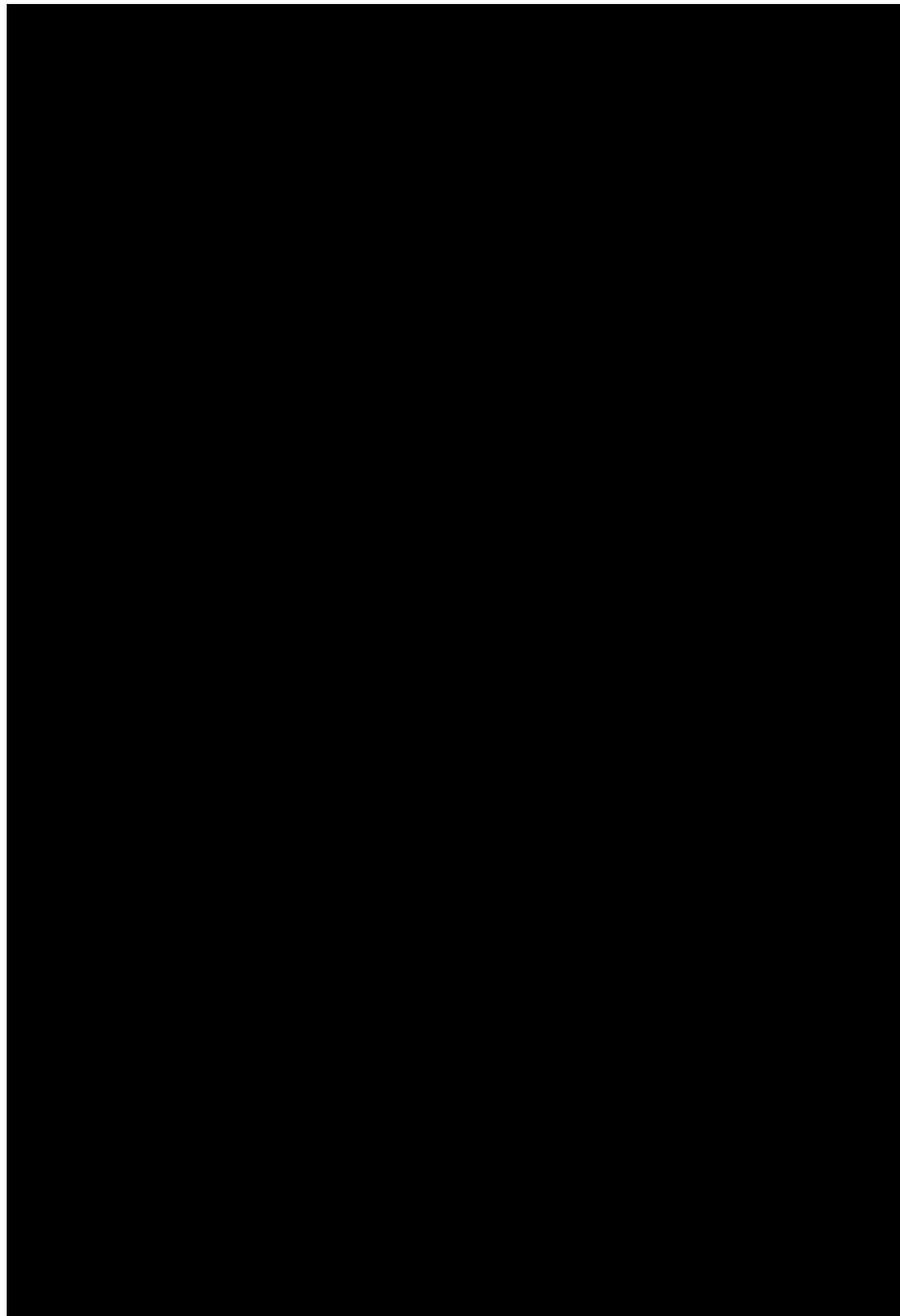


Figura 11: stima della velocità delle onde di taglio Vs30

L'individuazione della Categoria di Sottosuolo tipo D è stata inoltre confermata dalle indagini geofisiche tipo MASW eseguite nell'indagine 2010.

 Autorità Portuale di Taranto	Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto PROGETTO PRELIMINARE Relazione geologico tecnica	ATI 
--	--	--

C) Amplificazione Topografica

In base alla situazione topografica le norme vigenti individuano 4 condizioni con relativi valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T :

CATEGORIA TOPOGRAFICA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA - S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $i < 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $i > 30^\circ$	1,4

Nel caso in esame sono presenti morfologie suborizzontali e pertanto si può assumere una Categoria Topografica T1, con Coefficiente di Amplificazione Topografica $S_T = 1,0$.

o o o o o o o o o o

Nell'ambito del NTC-08 il Coefficiente S che misura l'amplificazione locale relativa alla Categoria di Suolo (S_s) e delle Condizioni Topografiche (S_T) viene valutato con la seguente relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

Le verifiche sismiche delle strutture del fabbricato verranno implementate utilizzando i suddetti valori di S_s e S_T .

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p>  <p>VIA servizi</p>
---	--	--

7. PROGRAMMA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

In relazione al progetto in esame, e per le successive fasi progettuali, si ritiene necessario eseguire alcune indagini geognostiche.

Si descrivono qui di seguito le indagini geognostiche previste:

- Esecuzione di n. 10 sondaggi geognostici, distribuiti nel settore attuale del molo, nel settore della Calata 1 e nel settore off-shore da rettificare; in tali sondaggi saranno prelevati campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio
- Esecuzione di 5 sondaggi geognostici tesi all'analisi dei sedimenti di fondale localizzati nel settore off-shore da rettificare; prelievo di campioni;
- Esecuzione di n. 3 prove penetrometriche statiche CTU localizzati nel settore off-shore da rettificare;

 <p>Autorità Portuale di Taranto</p>	<p>Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del Molo San Cataldo e della Calata 1 del Porto di Taranto</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE</p> <p>Relazione geologico tecnica</p>	<p>ATI</p> 
---	--	--

8. BIBLIOGRAFIA

BELFIORE-A., (1984), *La dispersione dei sedimenti nel settore occidentale del Golfo di Taranto*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 1984, vol. 103, fasc. 3, pp. 415-424.

CHIAMARULO V. (1989), *Progetto dei lavori di rettifica e allargamento della banchina di levante del Molo S. Cataldo del Porto Mecantile di Taranto*

COASTAL CONSULTING & EXPLORATION (2008), *Esecuzione del Rilievo batimetrico e stratigrafico presso il Porto di Taranto, Maggio 2008*

COTECCHIA V. (1979), *Lavori di completamento dell'allargamento a ponente del Molo San Cataldo. Relazione Geologica e Geotecnica e di calcolo delle fondazioni*

DAL CIN-R., SIMEONI-U., (1987), *Processi erosivi e trasporto dei sedimenti nelle spiagge pugliesi fra S.Maria di Leuca e Taranto (Mare Ionio). Possibili strategie d'intervento*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 1987, vol. 106, fasc. 4, pp. 767-783.

NUZZO G. (2007), *Lavori di rettifica e allargamento della banchina di levante del Molo San Cataldo. Valutazioni geotecniche in relazione alla presenza di sedimenti inquinati di fondale*

PAGLIARULO-R., BRUNO-G. (1990), *Implicazioni tettonico-strutturali nella circolazione idrica profonda nell'area del Mar Piccolo di Taranto (Puglia)*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 1990, vol. 109, fasc. 2, pp. 307-312.

POLITECNICO DI BARI (2009), *Rapporto di ricerca sugli aspetti geotecnici delle Argille Azzurre del Porto di Taranto in relazione al loro riutilizzo in cassa di colmata*, Resp. Scient. Prof. Ing. A. M. Federico

ROSSI-S., GABBIANELLI-G., (1978), *Geomorfologia del Golfo di Taranto*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 1978, vol. 97, fasc. 4, pp. 423-437.

10 014 PR 003 0- GEO	Relazione geologico tecnica	30
-------------------------	-----------------------------	----