



# 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**  
**Piano di indagini per le successive fasi progettuali**

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

Committente:



AUTORITA' PORTUALE DI TARANTO

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

Mandataria



Via Monte Zebio, 40  
00195 ROMA

Responsabile integrazione  
prestazioni specialistiche  
Prof. Ing. Alberto NOLI

Mandante

VIA  
Via Flaminia Vecchia, 999  
00189 Roma

Coordinamento di progetto  
Dott. Ing. Marco TARTAGLINI

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

Coordinamento di progetto  
Dott. Ing. Francesco NICCHIARELLI

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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</p>	<p>ATI</p>  <p>INGEGNERIA</p> <p><b>ViA</b></p> <p>servizi</p>
--	---	--

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

## PIANO DELLE ATTIVITÀ PRELIMINARI PER RILIEVI, INDAGINI E SAGGI PROPEDEUTICHE ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO PRELIMINARE E DEL PROGETTO DEFINITIVO

### RELAZIONE TECNICA

#### INDICE

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DELLE INDAGINI, PROVE ED ANALISI DA ESEGUIRE	5
2.1	Esecuzione carotaggi	5
2.2	Esecuzione indagini geognostiche	6
2.3	Analisi chimiche fisiche microbiologiche ed ecotossicologiche	7
3	COMPUTO METRICO	9

Allegato 1: Specifiche Tecniche

Allegato 2: Computo metrico

Allegato 3: Planimetria con indicazione del piano di indagini

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	1
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

## 1 PREMESSA

L'A.T.I. tra le Società Modimar s.r.l. e Via Ingegneria S.r.l., a seguito dell'espletamento di una gara pubblica, è risultata aggiudicataria dei servizi di ingegneria relativi alla progettazione preliminare, definitiva, esecutiva e coordinamento sicurezza in fase di progettazione per l'intervento di "Rettifica, allargamento ed adeguamento strutturale della banchina di levante del molo San Cataldo e della calata 1 del porto di Taranto".

La presente relazione ha per oggetto il piano delle attività preliminari per rilievi, indagini e saggi propedeutiche alla redazione del progetto preliminare e definitivo delle opere di cui sopra.

Nella relazione metodologica per l'espletamento del servizio presentata in fase di gara è previsto che, per quanto riguarda i rilievi topografici e batimetrici, venga realizzato un rilievo di dettaglio dei muri di banchina, dei terrapieni retrostanti e degli impianti presenti al loro interno esteso fino ai limiti di intervento tenendo conto anche delle fasce di raccordo con le strutture esistenti. Per quanto riguarda invece le quote dei fondali nelle zone di intervento il rilievo eseguito recentemente (maggio 2008) dalla Coastal Consulting Exploration fornisce già informazioni sufficientemente dettagliate e pertanto non si ritiene necessario procedere con la realizzazione di un nuovo rilievo.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione delle strutture di banchina esistenti la campagna di indagini eseguita recentemente dalla Coastal Consulting Exploration fornisce già informazioni sufficientemente dettagliate su tutti i tratti di banchina di interesse. Comunque, come indicato nella suddetta relazione metodologica, allo scopo di aggiornare le informazioni contenute nel rapporto di tale campagna di indagini, lungo tutta la sponda ovest del molo San Cataldo e tutta la banchina Calata 1, verrà eseguita una analisi visiva, supportata da un dettagliato report fotografico, dello stato di conservazione delle strutture fuori acqua ed, a campione, una verifica subacquea, anche in questo caso supportata da un report fotografico, dei tratti di banchina nei quali è stata rilevata la presenza di fenomeni di degrado.

Per quanto riguarda invece la caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere da progettare, nella relazione metodologica di cui sopra, era stata prevista l'esecuzione di una campagna di 9 sondaggi di cui 3 eseguiti a terra lungo il molo storico, 3 eseguiti nel settore a mare interessato dall'ampliamento del molo stesso e 3 eseguiti nel settore immediatamente più al largo.

I sondaggi era previsto che fossero spinti fino ad intercettare il substrato calcareo (previsto a circa 60 m di profondità) e, in corrispondenza dei terreni fini, era previsto il prelievo di almeno 5 campioni indisturbati a sondaggio, per un totale di 45 campioni, da sottoporre a prove di laboratorio.

Lungo le carote estratte era prevista l'esecuzione di misure con Penetrometro tascabile con continuità (1 misura Ogni 30-50cm). Inoltre all'interno dei fori, ogni 3 m circa, era prevista l'esecuzione di prove SPT a fondo foro.

Con nota del 6/10/2010 il RUP ci ha trasmesso i risultati della campagna di indagini geologico-tecniche, nell'ambito del progetto di realizzazione dell'edificio polivalente in testata al molo San Cataldo con l'invito a rivalutare, sulla base delle informazioni reperibili dalla suddetta campagna di indagini, il numero e/o la profondità dei sondaggi geognostici previsti, nel rispetto degli standard qualitativi del piano di caratterizzazione trasmesso con nota del 29/09/2010.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	2
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

Nella suddetta campagna di indagini, all'interno del terrapieno a tergo del tratto di testata dell'attuale banchina di levante del molo S. Cataldo, oltre ad indagini geofisiche volte alla determinazione della classificazione sismica del sottosuolo (categoria), sono stati effettuati n. 2 sondaggi denominati S1 e S2 spinti rispettivamente ad una profondità di 30 m e 31,5 m, e n. 3 (S3 S4 S5) sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 40 m con prove SPT e prelievo campioni. Di questi sondaggi due, S1 e S4, sono stati eseguiti praticamente nelle stesse posizioni dei sondaggi S3 e S6 previsti nella Relazione metodologica richiamata in precedenza. Purtroppo sia il sondaggio S1 (spinto fino ad una profondità di 30 m) che l'S4 (spinto ad una profondità di 40 m) sono stati interrotti prima di raggiungere la formazione rocciosa di base e quindi ci forniscono solo informazioni sulle caratteristiche degli strati superiori.

Peraltro considerato che comunque la campagna di indagini geotecniche appena completata, anche se non ci da alcuna informazione nei riguardi della profondità del tetto della formazione rocciosa di base, fino alla profondità di 40 m ci fornisce esaurienti informazioni sulle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti in situ e sulla relativa categoria ai fini delle verifiche sismiche.

Alla luce di tali considerazioni, tenendo conto delle informazioni fornite dalle suddette indagini geologiche-tecniche, è stato quindi eseguite un riesame della campagna di indagini da realizzare ai fini della progettazione della nuova banchina di ponente del molo S. Cataldo.

In particolare per quanto riguarda le indagini a terra è stata modificata la posizione dei sondaggi da eseguire tenendo conto delle verticali già indagate. Più precisamente i sondaggi S3 e S9 previsti a tergo del tratto di banchina di levante da riprofilare sono stati spostati uno in prossimità della testata di levante del molo S. Cataldo e l'altro in prossimità del limite nord della banchina di levante che è già stata riprofilata. In questo modo i due sondaggi potranno fornire utili indicazioni sulle caratteristiche stratigrafiche dei terreni lungo il nuovo allineamento della banchina di levante. Per quanto riguarda lunghezza dei n°3 sondaggi (fino ad incontrare lo strato roccioso di base e presumibilmente fino ad una profondità di 60 m) e la tipologia delle indagini in sito da eseguire (prove SPT a fondo foro ogni 3 m, n° di campioni indisturbati delle formazioni coesive da prelevare, prove sulle carote di terreno) vengono confermate le previsioni indicate nella Relazione metodologica e descritte in precedenza.

Per quanto riguarda le indagini a mare si è deciso di sostituire 3 dei sondaggi previsti con altrettante prove penetrometriche spinte possibilmente fino a raggiungere la formazione rocciosa di base o comunque fino a rifiuto. In questo modo, viste anche le caratteristiche dei terreni in sito rilevate nella recente campagna di indagini svolta, sarà possibile ricavare, su tutto lo spessore indagato e con continuità, informazioni precise sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni non ottenibili con prove penetrometriche dinamiche a fondo foro. Inoltre, viste le difficoltà esecutive delle prove penetrometriche in foro a mare e la molto probabile presenza in prossimità delle aree da indagare di una sorgente sottomarina che sicuramente potrebbe condizionare i risultati, sulle altre n°3 verticali da indagare a mare si è deciso di realizzare solo sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati all'interno delle formazioni argillose.

Per quanto riguarda la banchina Calata 1 vengono invece confermate le indicazioni contenute nella relazione metodologica di gara, che erano riportate integralmente nella precedente versione del presente documento, ed in particolare: esecuzione di n. 2 sondaggi geognostici immediatamente a tergo del muro a massi sovrapposti e n. 2 sondaggi eseguiti a mare operando a sbalzo dal muro di banchina esistente. In questo caso i sondaggi verranno spinti fino ad una profondità di -30 m s.m.m. e, all'interno della formazione argillosa, viene previsto il prelievo di almeno 5 campioni a sondaggio da sottoporre a prove di laboratorio.

Per quanto riguarda le prove di laboratorio, il programma delle indagini prevede l'esecuzione, sui campioni prelevati, di prove di identificazione e classificazione (analisi granulometriche e limiti di consistenza), prove di compressione edometrica, prove di

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	3
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

compressione triassiale consolidate non drenate (TX-CIU), prove di compressione triassiale non consolidate non drenate (TX-UU) e prove di taglio diretto (TD).

Per quanto riguarda invece le indagini geotecniche da eseguire nell'area a mare prospiciente la parte iniziale del molo S. Cataldo, dove nella relazione metodologica di gara era stata proposta la realizzazione di un dente di attracco, considerata la volontà dell'Autorità Portuale di non prevedere tale intervento, in quanto in contrasto con l'attuale lay-out della Variante del P.R.P. del quale è in corso l'iter di approvazione, si è deciso di non procedere alla loro esecuzione.

Al fine di approfondire le informazioni su grado di contaminazione dei sedimenti marini nell'area a mare interessata dall'intervento di rettifica della banchina di Levante del Molo S. Cataldo, nell'ipotesi che per la movimentazione dei sedimenti marini nell'area di intervento l'A.P. attivi la procedura valida per i dragaggi nei siti di interesse nazionale (articolo 1, comma 996 della legge 27 dicembre 2006, n. 296), è stata prevista l'esecuzione, nell'area di intervento, di una campagna di caratterizzazione ai sensi del D.M. 7/11/2008 così come modificato dal D.M. 4/8/2010. A tale scopo l'area di intervento è stata suddivisa in 5 maglie quadrate di lato pari a 50 m ed in ciascuna maglia è stato previsto il prelievo di un campione. La quota dei fondali in oggetto prevista nel Piano Regolatore Portuale è pari a -9.50 m s.m., pertanto ai sensi del D.M. 7/11/2008 in ciascun punto di campionamento deve essere prelevata una carota di lunghezza superiore di 50 cm rispetto allo spessore di sedimento da dragare. Nel caso in oggetto la quota di dragaggio è pari a -9.50 m s.m. e pertanto lo strato di sedimento da caratterizzare è quello compreso tra l'attuale quota di fondale e la quota -10.00 m s.m. Peraltro nel corso della campagna di caratterizzazione ambientale eseguita dall'A.P. nel maggio 2004, sulla base del Piano approvato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nel corso della Conferenza di Servizi Decisoria del 17.12.2003, sono state rilevate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di intervento fino alla massima quota indagata (-13.00 m s.m.). Pertanto in questa fase si è ritenuto opportuno estendere il prelievo delle carote fino a quota -15.00 m s.m. Le analisi sui campioni di sedimento dovranno essere eseguite solo per i campioni prelevati fino alla quota -10.00 m s.m. mentre i campioni prelevati a quote inferiori dovranno essere conservati e tenuti a per eventuali analisi integrative nel caso che i risultati della campagna ne evidenzino la necessità.

Ovviamente non è escluso che, una volta individuata la soluzione di progetto, prima di procedere con l'esecuzione dell'intervento di bonifica/dragaggio l'A.P., considerato anche il periodo di validità dei risultati delle analisi effettuate sui campioni di sedime, non debba procedere con una ulteriore campagna di caratterizzazione dei sedimenti da movimentare.

Nell'allegato 3 è riportata la planimetria del molo san Cataldo con l'indicazione delle indagini previste mentre nei successivi paragrafi è riportata una descrizione delle campagne di indagini geognostiche ed ambientali da eseguire.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	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 <b>PROGETTO PRELIMINARE</b> Piano di indagini per le successive fasi progettuali	ATI 
---	--	---

## 2 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI, PROVE ED ANALISI DA ESEGUIRE

Sulla base delle considerazioni esposte nelle premesse, è stato pertanto elaborato il piano di caratterizzazione geotecnica e ambientale da attuare nelle aree di intervento al fine di ottenere tutte le informazioni necessarie per poter procedere con la progettazione delle opere in oggetto.

Le indagini ed analisi previste possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori:

Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite presso un laboratorio geotecnico concessionato dal Ministero delle Infrastrutture.

### 2.1 Esecuzione carotaggi

- Approntamento su idonei mezzi marittimi, dell'attrezzatura per l'esecuzione di sondaggi e prove penetrometriche, compreso tubazioni, pompe e cavi, gruppi elettrogeni, compressori e quanto necessario all'esecuzione dei lavori, il noleggio del pontone o piattaforma dotata di pali stabilizzatori e del rimorchiatore compreso il trasporto in loco dei mezzi marittimi ed il loro successivo trasferimento al porto di appartenenza, il carico, lo scarico e ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Installazione, montaggio e smontaggio di attrezzatura per sondaggio a rotazione in corrispondenza di ciascun punto di perforazione, compreso il primo, l'onere per lo spostamento da un foro all'altro e compreso altresì ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Realizzazione, di sondaggi geognostici a mare a rotazione in terreni a granulometria variabile da ghiaie a limi e argille, anche con qualche ciottolo ed in rocce di durezza media che non richiedono l'uso del diamante eseguita a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale con carotiere di diametro 100-146 mm, compreso il raggiungimento del fondale marino con batteria di perforazione, l'estrazione, ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Realizzazione, di sondaggi geognostici a terra a rotazione in terreni a granulometria variabile da ghiaie a limi e argille, anche con qualche ciottolo ed in rocce di durezza media che non richiedono l'uso del diamante, eseguita a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale con carotiere di diametro 100-146 mm, compreso il raggiungimento del fondale marino con batteria di perforazione, l'estrazione, ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Le percentuali di recupero del carotaggio dovranno essere superiori al 85% nei terreni coesivi e non inferiori al 70% nei materiali sciolti. Nel caso il carotaggio non dovesse garantire le suddette percentuali, si dovrà variare il tipo di carotiere.

L'esecuzione dei carotaggi oggetto dell'appalto dovrà essere eseguita previa bonifica bellica dei fondali interessati.

L'ubicazione dei sondaggi geognostici è riportata nella figura riportata nell'allegato 3.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	5
-------------------------	--	---

 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  <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>  <b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b>	ATI 
---	---	---

## 2.2 Esecuzione indagini geognostiche

- Fornitura di cassette catalogatrici con scomparti e coperchio in numero sufficiente per consentire la conservazione delle carote dei terreni prelevate, delle dimensioni di cm 50x100, compreso l'onere delle indicazioni;
- Realizzazione di foto a colori di ciascuna cassetta catalogatrice e successivo sviluppo delle stesse da fornire al committente;
- Prelievo di campioni indisturbati di terreno da eseguire durante i sondaggi a rotazione impiegando campionatore a pareti sottili spinto a pressione, diametro minimo 100 mm, campione tipo shelby compatibilmente con la natura dei terreni, compresa l'incidenza della fustella compreso ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Esecuzione di standard penetration test (SPT) eseguito nel corso di sondaggi a rotazione, con campionatore tipo Raymond con meccanismo a sganciamento automatico per ogni prova, compreso ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Esecuzione nel corso di sondaggi a rotazione di prove pressiometriche MPM con pressimetro tipo Menard, compreso quanto occorre per dare la prova completa dell'elaborazione e dei diagrammi;
- Esecuzione di prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono (CPTU) equipaggiato per la misura e registrazione della resistenza di punta qc e di attrito laterale fs e della pressione interstiziale U, compresa l'elaborazione e la restituzione grafica dei dati
- Determinazione del contenuto di acqua allo stato naturale di eseguita per essiccamento in stufa CNR UNI 10008/63;
- Determinazione della massa volumica apparente o densità, a fustella tarata UNI CEN ISO/TS 17892-2/05 su n° 60 campioni;
- Determinazione della massa volumica reale dei granuli o peso specifico assoluto, CNR 64/78 UNI CEN ISO/TS 17892-3/05 media di due determinazioni;
- Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità (Atterberg) con indicazione dell'indice di plasticità, CNR UNI 10014.64;
- Determinazione del limite di ritiro CNR UNI 10014.64;
- Analisi granulometrica mediante aerometro per sedimentazione;
- Prova di compressione con espansione laterale libera con rilievo della curva di deformazione ASTM D 2166;
- Prova di taglio diretto;
- Prova Edometrica con tracciamento del diagramma di compressibilità compresa la determinazione della curva cedimenti-tempo del coefficiente di consolidazione Cv e di permeabilità Kv UNI CEN ISO/TS 17892-5/05 ad incrementi di carico controllati (IL) fino ad otto incrementi di carico con intervalli di carico minori di 48 ore con la determinazione dei moduli edometrici;
- Prova triassiale consolidata, non drenata con misurazione della pressione interstiziale e saturazione preliminare (C.I.U.);
- Prova triassiale non consolidata, non drenata con misurazione della pressione interstiziale e saturazione preliminare (U.U.);
- Prova di permeabilità per la determinazione del coefficiente di permeabilità diretta in cella triassiale a carico variabile(1-2-3- atm) con media di n° 3 letture per ogni incremento di carico per 4 giorni;
- Relazione geotecnica sulle indagini a firma di un geologo iscritto ed abilitato alla professione.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	6
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

### 2.3 *Analisi chimiche fisiche microbiologiche ed ecotossicologiche*

La campagna prevede l'esecuzione di n°5 carotaggi ambientali, estesi fino ad una profondità di 15 m dal l. m. (C1÷C5) nell'area a mare interessata dall'allargamento della banchina di levante del molo S. Cataldo.

Dalle 5 carote delle quali n°2 lunghe 6 m (C1 e C2), n°2 lunghe 8.50 m (C3 e C4) e n°1 lunga 9.50 m (C5), dovranno essere prelevati ed estratti campioni di sedimento marino secondo quanto indicato nella tabella di seguito riportata, su una parte dei quali dovranno essere eseguite le seguenti analisi chimiche, fisiche, microbiologiche ed eco tossicologiche mentre la restante parte verrà conservata e tenuta a disposizione per eventuali analisi integrative nel caso che i risultati della campagna ne evidenzino la necessità:

- Prelievo di 50 campioni di cui 27 verranno analizzati e 23 verranno conservati per eventuali successive analisi.
- Analisi da eseguire su n° 27 campioni pari al 100% degli stessi per determinare la concentrazione dei seguenti parametri: granulometria, contenuto di acqua, pH, potenziale redox, Al, As, Cd, Cr tot, Fe, Hg, Ni, Cu, Pb, Zn, V, Benzene, PCB, IPA, HI>12, HI<12, TOC, Azoto totale, Fosforo totale,. Sono compresi, il prelievo e la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Analisi da eseguire su n° 5 campioni pari al 20 % del totale per determinare la concentrazione dei seguenti parametri: HCB, BTEX, composti organo stannici, enterococchi fecali, coliformi, clostridi, salmonella, stafilococchi, miceti e lieviti. Sono compresi, il prelievo e la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Analisi da eseguire su n° 4 campioni pari al 15% del totale per determinare la concentrazione dei seguenti parametri: diossine, furani e amianto. Sono compresi, il prelievo e la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- Analisi ecotossicologiche mediante l'impiego di una batteria di saggi biologici costituita da almeno tre specie (le stesse utilizzate nella campagna di caratterizzazione del 2004) applicati ad almeno n° 2 matrici ambientali costituite da fase solida e acqua interstiziale da eseguire su n° 10 campioni pari al 30% del totale. Sono compresi, il prelievo e la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	7
-------------------------	--	---



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**

**Piano di indagini per le successive fasi progettuali**

ATI



INGEGNERIA

**ViA**  
servizi

Tabella 1: Carote e livelli stratigrafici da prelevare e da analizzare o conservare

Allargamento banchina di levante				
C1 Qf= -9 m s.m. Carota da 6 m	C2 Qf= -9 m s.m. Carota da 6 m	C3 Qf= -6.5 m s.m. Carota da 8.5 m	C4 Qf= -6.5 m s.m. Carota da 8.5 m	C5 Qf= -5.5 m s.m. Carota da 9.5 m
0-50	0-50	0-50	0-50	0-50
50-100	50-100	50-100	50-100	50-100
100-150	100-150	100-150	100-150	100-150
150-200	150-200	150-200	150-200	150-200
250-300	250-300	250-300	250-300	250-300
		300-350	300-350	
350-400	350-400			350-400
		400-450	400-450	400-450
450-500	450-500			
		500-550	500-550	500-550
550-600	550-600			
		600-650	600-650	600-650
		700-750	700-750	700-750
		800-850	800-850	800-850
				900-950



campione da analizzare



campione da conservare per eventuale controllo

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

### 3 COMPUTO METRICO

Nella tabella riportata in allegato è riportata la distinta di tutte le attività da svolgere nell'ambito della campagna di indagini geotecniche ed ambientali pianificate.

In particolare oltre alle attività specifiche, quali sondaggi, prove in situ ed indagini di laboratorio, sono anche indicate le attività ed i noli propedeutici alla loro esecuzione quali i noli dei mezzi marittimi necessari per la loro esecuzione, la bonifica da ordigni bellici delle aree dove dovranno essere eseguiti i sondaggi, l'impianto delle attrezzature etc.

Per quanto riguarda i mezzi marittimi da impiegare per la esecuzione delle indagini programmate si fa presente che la lunghezza dei sondaggi da effettuare, la necessità di prelevare campioni indisturbati e il tipo di indagini in situ previste esclude l'impiego di mezzi galleggianti (pontoni) anche se dotati di piloni di ormeggio e costringe a prevedere l'utilizzo di piattaforme auto sollevanti.

Il computo metrico riportato nell'allegato 2 è stato redatto utilizzando i metodi normalmente adottati per questo tipo di servizi.

Nell'allegato 3 è riportata la stima delle indagini e prove da eseguire. I prezzi unitari indicati nella stima, quando possibile, sono stati ricavati dal prezzo della Regione Puglia aggiornato al 2010, mentre per le lavorazioni/servizi non contenute nel suddetto prezzo di riferimento si è fatto riferimento ai prezzi medi di mercato.

Per quanto riguarda le analisi chimiche, fisiche e batteriologiche da eseguire sui campioni di sedimenti marini ai fini della loro caratterizzazione, considerato che da una indagine di mercato effettuata in tutto il territorio nazionale risulta che i prezzi unitari indicati nel suddetto prezzo di riferimento risultano notevolmente superiori di quelli medi di mercato, si è deciso di far riferimento ai prezzi utilizzati in analoghe gare svolte recentemente in Italia bandite da altre Autorità Portuale (ad es. Piombino).

Relativamente alle modalità di valutazione dei servizi, che non costituisce oggetto del presente disciplinare, si propone all'A.P. prevedere un pagamento a misura.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	9
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p>  <p>INGEGNERIA</p> <p><b>ViA</b></p> <p>servizi</p>
--	--	--

## ALLEGATO 1

### SPECIFICHE TECNICHE

#### INDICE

1	ANALISI CHIMICHE FISICHE MICROBIOLOGICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI MARINI DERIVANTI DAI CAROTAGGI	3
1.1	Premesse	3
1.2	Metodiche di campionamento	3
1.2.1	Trattamento e conservazione dei campioni	4
1.3	Specifiche per le procedure analitiche da adottare	5
1.3.1	Analisi chimiche, fisiche e microbiologiche	6
1.3.2	Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)	6
1.4	Modalità di restituzione dei risultati chimico analitici	6
1.5	Elaborazione e valutazione dei risultati	9
2	SONDAGGI GEOGNOSTICI	11
2.1	Generalità	11
2.2	Sondaggi geotecnici	11
2.3	Perforazione in terreni sciolti	11
2.4	Perforazione in terreni lapidei (scogliere, grossi trovanti, manufatti, etc.)	12
2.5	Documentazione	12
2.6	Cassette catalogatrici e fotografie a colori	12
2.7	Campioni indisturbati	13
2.8	Sigillatura, imballaggio e trasporto dei campioni indisturbati	14
2.9	Prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.)	15
2.10	Prova pressiometrica (PM)	16
2.11	Prove eseguite con penetrometro statico a punta piezometrica	18

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	1
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

2.11.1	Generalità	18
2.11.2	Attrezzatura	18
2.11.3	Saturazione	19
2.11.4	Prova con misura della pressione interstiziale	20
2.12	Prove eseguite con piezocono	21
2.12.1	Generalità	21
2.12.2	Attrezzatura	21
2.12.3	Saturazione	21
2.13	Prove penetrometriche dinamiche continue	22
2.13.1	Generalità	22
2.13.2	Descrizione dell'attrezzatura	22
2.13.3	Modalità di prova.	22
2.13.4	Dati da fornire al committente	23
2.14	Rapporto finale sulle indagini	23

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	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**

Piano di indagini per le successive fasi progettuali



## 1 ANALISI CHIMICHE FISICHE MICROBIOLOGICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI MARINI DERIVANTI DAI CAROTAGGI

### 1.1 Premesse

I criteri e metodologie da adottare per la caratterizzazione dei sedimenti in oggetto dovrà essere conformi a quanto indicato nell'Allegato A al D.M. 7/11/2008 e ss. mm. e ii.

Nella tabella 1, di seguito riportata, sono indicate per le sei carote che verranno estratte dalle singole maglie, i campioni da estrarre alle diverse profondità, e le relative sezioni stratigrafiche da analizzare e da conservare per eventuali controlli.

In particolare la carota S6 si riferisce all'area posta alla radice del molo S. Cataldo dove è prevista la realizzazione del dente di attracco, mentre le carote da S1 a S5 si riferiscono all'area dell'allargamento della banchina di levante dello stesso molo.

Tabella 1: Carote e livelli stratigrafici da prelevare e da analizzare o conservare

Allargamento banchina di levante					Dente di attracco
S1 Qf= -9 m s.m. Carota da 6 m	S2 Qf= -9 m s.m. Carota da 6 m	S3 Qf= -6.5 m s.m. Carota da 8.5 m	S4 Qf= -6.5 m s.m. Carota da 8.5 m	S5 Qf= -5.5 m s.m. Carota da 9.5 m	S6 Qf= -8 m s.m. Carota da 7 m
0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50
50-100	50-100	50-100	50-100	50-100	50-100
100-150	100-150	100-150	100-150	100-150	100-150
150-200	150-200	150-200	150-200	150-200	150-200
250-300	250-300	250-300	250-300	250-300	250-300
		300-350	300-350		
350-400	350-400			350-400	350-400
		400-450	400-450	400-450	
450-500	450-500				450-500
		500-550	500-550	500-550	
550-600	550-600				550-600
		600-650	600-650	600-650	
		700-750	700-750	700-750	
		800-850	800-850	800-850	
				900-950	
					650-700



campione da analizzare



campione da conservare per eventuale controllo

### 1.2 Metodiche di campionamento

L'attività di prelievo dei campioni dei sedimenti dovrà essere effettuato arrecando al campione il minor disturbo possibile (ad es. utilizzo di carotiere vibrocorer) evitando qualsiasi contaminazione a causa di uso improprio della strumentazione che verrà utilizzata.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	3
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

Al fine di garantire il prelievo di sedimento indisturbato dovrà essere utilizzato un rivestimento interno al carotiere (liner), in polietilene inerte, polipropilene o policarbonato, di lunghezza pari alla lunghezza dell'asta utilizzata.

La carota deve essere recuperata per l'intera lunghezza prevista, in un'unica operazione, senza soluzione di continuità, utilizzando aste di di altezza adeguata allo spessore di materiale di caratterizzare tenedo conto della necessità di ottenere un recuoero pari al 100%.

I codici identificativi della stazione di campionamento e del campione dovranno essere univoci. In particolare, il codice della stazione dovrà contenere il riferimento alla campagna d'indagine e al numero della stazione; il codice del campione deve contenere il riferimento alla campagna d'indagine, al numero della stazione di campionamento (riferimento tabelle precedenti) e alla sezione di prelievo lungo la carota.

La formazione dei campioni da sottoporre alle analisi deve avvenire al momento del prelievo del materiale, in modo da impedire la perdita di sostanze volatili. L'apertura o l'estrusione della carota devono avvenire subito dopo il prelievo dal fondale marino.

Immediatamente dopo le operazioni di apertura o estrusione le carote devono essere misurate per la loro lunghezza di prelievo, fotografate (nella relativa foto comparirà una targa identificativa comprendente il codice della stazione, la data di prelievo e la lunghezza della carota) e ispezionate visivamente da personale specializzato. Una volta misurate, le carote devono essere immediatamente sub-campionate separando, partendo dal top, le sezioni di sedimento corrispondenti agli intervalli di cui alla tabella riassuntiva sopra riportata.

Sulle singole sezioni individuate, immediatamente dopo il decorticamento della parte più esterna della carota, venuta a contatto con le pareti interne del liner o del carotiere, deve essere effettuato:

- il prelievo dell'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili (Idrocarburi C<sub>≤12</sub>, BTEX, composti alifatici clorurati e cancerogeni), sulle sezioni ove sia stato previsto. Detto prelievo deve essere effettuato in modo puntuale secondo la metodica ASTM 4547-03 o EPA 5053 o fatti salvi successivi aggiornamenti.
- la misura di pH e Eh su tutte le sezioni scelte.

Immediatamente dopo si procede al sub-campionamento e alla omogeneizzazione delle aliquote previste per tutti i restanti parametri, evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

Il campione, una volta omogeneizzato, deve essere suddiviso in due sub-campioni, uno destinato alle analisi e l'altro da suddividere ulteriormente in due sub-campioni, destinati rispettivamente alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori, entrambi da conservare in contenitori di teflon (o, in alternativa, in contenitori in HDPE), a temperatura compresa tra -18°C e -25°C.

I due sub-campioni destinati alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori devono essere sigillati in campo mediante dispositivi dotati di sistemi di massima sicurezza.

### 1.2.1 *Trattamento e conservazione dei campioni*

Il sub-campione da utilizzare per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche deve essere prontamente suddiviso in diverse aliquote, da conservarsi e trasportarsi secondo le seguenti modalità:

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	4
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

- l'aliquota per analisi granulometrica, il contenuto d'acqua, il peso specifico: deve essere raccolta in contenitori di plastica, trasportata e conservata a temperature comprese tra i +4°C e i +6°C. In alternativa, si possono utilizzare sacchetti in polietilene ad alta densità, con sistema di chiusura ermetica o a nastro;
- l'aliquota per la chimica organica (Idrocarburi C>12, TOC, IPA, PCB, nitrobenzeni, clorobenzeni, clorofenoli, pesticidi organoclorurati, diossine e furani, composti organostannici): deve essere raccolta in contenitori decontaminati in teflon (PTFE) o di vetro. In alternativa, è possibile utilizzare contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE), possibilmente dotati di sottotappo. Il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra +4°C e +6°C; la conservazione in laboratorio a temperature comprese tra -18°C e -25°C;
- l'aliquota per l'analisi di azoto e fosforo: deve essere raccolta e trasportata in contenitori di HDPE; il trasporto in laboratorio deve avvenire a temperature comprese tra +4°C e +6°C; la conservazione a temperature comprese tra -18°C e -25°C;
- l'aliquota per l'analisi di metalli ed elementi in tracce: deve essere raccolta in contenitori decontaminati in HDPE; il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra +4°C e +6°C; la conservazione in laboratorio a temperature comprese tra -18°C e -25°C;
- l'aliquota per l'analisi dell'amianto: deve essere raccolta in contenitori di plastica o vetro e il trasporto avvenire a temperature comprese tra +4°C e +6°C;
- l'aliquota per le analisi microbiologiche: deve essere raccolta in contenitori sterili di polietilene o polistirolo, il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra +4°C e +6°C; la conservazione in laboratorio deve avvenire alle medesime temperature per un massimo di 24 ore, entro le quali deve essere iniziata l'analisi;
- l'aliquota per i saggi ecotossicologici: deve essere raccolta in contenitori di polietilene o vetro decontaminato ed essere immediatamente posta a temperature comprese tra +4°C e +6°C. Le analisi dovranno essere eseguite entro 10 gg dal prelievo, salvo diversa indicazione del metodo di riferimento utilizzato;
- l'aliquota per l'analisi dei composti organici volatili: dopo il prelievo, secondo la procedura indicata precedentemente, deve essere raccolta in contenitori decontaminati in vetro, generalmente compatibili con lo strumento utilizzato per l'analisi, ben chiusi tramite tappo a vite o a ghiera dotato di setto in PTFE. Il trasporto e la conservazione devono avvenire a temperature comprese tra +4°C e +6°C. I campioni devono essere analizzati preferibilmente entro 14 giorni dal prelievo.

In base alle esigenze dei laboratori incaricati, le aliquote dei campioni per le diverse tipologie di contaminanti, qualora sia prevista la conservazione all'interno di contenitori dello stesso tipo, possono essere riunite all'interno dello stesso contenitore già in fase di sub-campionamento.

Le aliquote di materiale destinate alle verifiche e/o, alle analisi di controllo, una volta sigillate, verranno conservate dall'Autorità Portuale in locali all'uopo destinati.

### 1.3 Specifiche per le procedure analitiche da adottare

Le analisi di seguito riportate vanno condotte sul campione tal quale e la restituzione del dato analitico va riportata rispetto al peso secco del materiale utilizzato.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	5
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

### 1.3.1 *Analisi chimiche, fisiche e microbiologiche*

Su tutti i campioni prelevati dovrà essere effettuata una descrizione macroscopica che riporti la tipologia del sedimento, e dovranno essere effettuate le determinazioni di contenuto d'acqua, peso specifico granulometriche conformemente a quanto prescritto dal D.M. 7/11/2008.

Le procedure analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri ricercati devono essere scelte fra quelle più aggiornate riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (es: EPA, ISO, UNI EN, APAT/IRSA-CNR, etc.), se esistenti. In assenza di un protocollo come sopra specificato la validità della procedura utilizzata deve essere documentata.

Il carbonio dovrà essere ricercato come Carbonio Organico Totale (TOC).

L'amianto dovrà essere espresso in mg/Kg su s.s. come fibre libere.

### 1.3.2 *Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)*

Le procedure analitiche utilizzate devono essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali o essere di validità internazionalmente riconosciuta (ASTM, EPA, ISO, AFNOR, CNR-IRSA, APAT, ecc.). Devono essere riportate le metodologie adottate ed eventuali modifiche rispetto a protocolli nazionali ed internazionali di riferimento.

Una volta effettuata l'analisi sul singolo campione, per ogni relativo parametro, dovrà essere specificata la metodologia utilizzata con i relativi limiti di rilevabilità.

## 1.4 *Modalità di restituzione dei risultati chimico analitici*

La documentazione fornita dall'impresa aggiudicataria, deve garantire la correttezza della procedura di esame, l'inequivocabilità dell'informazione nonché la qualità del dato medesimo.

La stessa impresa deve fornire, in linea con quanto previsto dai principi per la "Buona Pratica di Laboratorio", un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio dell'Impresa, che riporti: il nome e la Sede Legale del laboratorio, nonché la sede operativa ove sono state svolte le analisi; l'identificazione univoca del campione analizzato; il codice alfanumerico dell'analisi; l'elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto e relativa unità di misura (i risultati numerici vanno indicati con un numero di cifre significative coerenti con il limite di quantificazione richiesti di cui in tabella 1 sotto riportata), l'incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato, il metodo di riferimento usato, il limite di quantificazione, la data di ricevimento del materiale da analizzare e la data di esecuzione della determinazione.

Il dato dovrà essere inoltre corredato delle coordinate effettive registrate al momento del campionamento.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	6
-------------------------	--	---



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

Piano di indagini per le successive fasi progettuali



Tabella 1

Specie Chimiche	Singoli Parametri e Specifiche Analitiche	Numero di determinazioni da effettuare	Limite di quantificazione richiesto (mg/Kg s.s.)
Metalli	Al As Cd Cr totale Cu Fe Hg Ni Pb Zn V	Su tutti i campioni prelevati	5,0 0,5 0,05 5,0 1,0 5,0 0,05 1,0 1,0 1,0 1,0
Policlorobifenili (PCB)	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB189 e loro sommatoria	Su tutti i campioni prelevati	0.0001  Per singolo composto
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Naftalene Acenaftene Fluorene Fenantrene Antracene Fluorantene Pirene Benzo(a)antracene Crisene Benzo(b)fluorantene Benzo(k)fluorantene Benzo(j)fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(e)pirene Dibenzo(a,h)antracene Benzo(g,h,i)terilene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Acenaftilene	Su tutti i campioni prelevati	0.001  Per singolo idrocarburo
Benzene		Su tutti i campioni prelevati	1,0
Idrocarburi pesanti (C>12)		Su tutti i campioni prelevati	1,5
Idrocarburi leggeri (C≤12)		Su tutti i campioni prelevati	0,5
Azoto totale			

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	7
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

		Su tutti i campioni prelevati	
Fosforo totale		Su tutti i campioni prelevati	
Carbonio Organico Totale (TOC)		Su tutti i campioni prelevati	
Esaclorobenzene	HCB	Su una percentuale dei campioni prelevati	0,0001
Composti organostannici	Espresso come Sn totale di origine organica	Su una percentuale dei campioni prelevati	0,001
Diossine e furani [Sommatoria PCDD/PCDF (conversione T.E.)]	Determinati con spettrometria di massa ad alta risoluzione al fine del raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto	Su una percentuale dei campioni prelevati	0,5x10 <sup>-6</sup>
Amianto	Espresso in mg/kg s.s. Determinato attraverso una delle seguenti tecniche analitiche : diffrattometria a raggi oppure I.R.- Trasformata di Fourier.	Su una percentuale dei campioni prelevati	
Solventi aromatici (BTEX)		Su una percentuale dei campioni prelevati	1,0 Per singolo composto

La formattazione dei risultati analitici restituiti in formato digitale deve rispondere ai seguenti requisiti:

- I nomi dei campi della tabella non devono contenere né spazi né caratteri speciali o di punteggiatura.
- È ammesso l'uso del carattere underscore ( \_ ) e del carattere ( μ ).
- Tutte le quote devono essere espresse in centimetri.
- Ad ogni campione deve essere associato un unico record di una tabella, il quale record deve contenere tutti i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sul campione.
- I nomi dei campi relativi ai risultati analitici devono indicare il parametro analizzato e l'unità di misura (ad esempio: l'Arsenico in mg/kg ss deve essere indicato come Arsenico\_mg\_kg\_ss, mentre il Benzo(g,h,i,)perilene come Benzo\_g\_h\_i\_perilene\_mg\_kg\_ss).
- I campi relativi alle tipologie di analisi che prevedono risultati di tipo descrittivo (granulometria, descrizione del campione, qualità organolettiche...) devono essere di tipo testo.
- I campi relativi alle informazioni e alle tipologie di analisi che prevedono dati di tipo numerico (ad es. coordinate, profondità, analisi chimico-fisiche, microbiologia...) devono essere unicamente di tipo numerico. La precisione deve essere adeguata al parametro descritto.
- Tutti i risultati analitici al di sotto del limite di quantificazione devono essere indicati con "<" al limite stesso.

I primi campi della tabella devono contenere le informazioni relative alla campagna di campionamento condotta, alle stazioni di prelievo ed ai campioni prelevati. Riportando i dati come segue:

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	8
-------------------------	--	---



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**

**Piano di indagini per le successive fasi progettuali**



- Codice della stazione (Codice\_Campagna\_Stazione);
- Codice del campione (Codice\_Campione), che comprenda l'indicazione della stazione di prelievo ed il livello di sedimento corrispondente al campione;
- Georeferenziazione della stazione di prelievo.

### 1.5 Elaborazione e valutazione dei risultati

Per rendere più agevole la consultazione dell'insieme dei risultati raccolti sulla base delle determinazioni microbiologiche, fisiche, chimiche ed ecotossicologiche che verranno eseguite secondo il piano analisi sopra descritto, è necessario comparare tutti i valori ottenuti ai valori normativi di riferimento sotto riportati.

Si ricorda che per valori chimici di intervento si intendono le concentrazioni nei sedimenti delle sostanze chimiche elencate nella tabella di seguito riportata, il cui superamento può innescare una procedura di intervento, valutata caso per caso, in funzione della qualità e quantità dei sedimenti non conformi e dell'uso legittimo dell'area specifica (tali valori di intervento sono stati proposti da ICRAM al Ministero dell'Ambiente e Tutela delle acque e del mare con nota prot. n. 9088/04 del 29 dicembre 2001).

NUMERO CAS	PARAMETRI	VALORI DI INTERVENTO
	<b>Metalli</b>	<b>mg/kg s.s</b>
7440-38-2	Arsenico	20
7440-43-9 PP	Cadmio	1.0
7440-47-3	Cromo totale	70*   160**
7439-97-6 PP	Mercurio	0.8
7440-02-0 P	Nichel	40*   100**
7439-92-1 P	Piombo	50
	Rame	45
	Zinco	110
	<b>Composti Organostannici</b>	<b>µg /kg s.s</b>
PP	Tributilstagno (Σ mono, di e tributil)	70 (Sn)
	<b>Policiclici Aromatici</b>	<b>µg /kg s.s.</b>
PP	IPA totali	4000
50-32-8 PP	Benzo(a)pirene	760
120-12-7 P	Antracene	245
206-44-0 P	Fluorantene	1500
91-20-3 P	Naftalene	390
	<b>Pesticidi</b>	<b>µg /kg s.s.</b>
309-00-2	Aldrin	5
319-84-6 PP	Alfa esaclorocicloesano	1
319-85-7 PP	Beta esaclorocicloesano	1
58-89-9 PP	Gamma esaclorocicloesano lindano	1
	DDT	5
	DDD	5
	DDE	5
60-57-1	Dieldrin	5
	<b>Diossine e Furani</b>	<b>µg /kg</b>
	Sommat. PCDD, PCDF e PCB diossina simili(T.E.)	30 X 10 <sup>-3</sup>
133-63-63	PCB	µg /kg
	<b>PCB totali</b>	<b>190</b>

(\*) per sedimenti con frazione pelitica ≤ 20 %  
(\*\*) per sedimenti con frazione pelitica > 20 %

Tabella 3: VALORI DI INTERVENTO

Tabella 2: valori di intervento per il sito di interesse nazionale di Taranto:

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	9
-------------------------	--	---

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

Definita la concentrazione soglia di intervento, la normativa italiana, nel comma 996 della legge finanziaria 2007, esprime ulteriori valori limite ai fini della gestione dei fanghi provenienti da operazioni di bonifica, e della possibilità di refluirli in vasche di contenimento in ambito costiero.

In particolare dovrà essere fatto riferimento:

- ai valori di intervento definiti da ISPRA (già ICRAM) (Tabella 2);
- ai fini della gestione del sedimento, alla colonna B Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.;
- ai valori limite per la classificazione delle sostanze pericolose, in linea con l'Allegato D del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. Parte IV - Titolo I e II, come indicato dall'art. 1 comma 996 della Legge n. 296 del 27 dicembre 2006, e con il Decreto 7 novembre 2008 ai fini della gestione dei sedimenti contaminati. Inoltre, il materiale dragato contenente "Idrocarburi Totali", secondo quanto riportato nel parere espresso dall'Istituto Superiore di sanità il 5 Luglio 2006, prot. n. 0036565 è da considerarsi pericoloso solo se la concentrazione degli stessi è maggiore di 1000 mg/Kg s.s. e contiene almeno uno degli Idrocarburi Policiclici Aromatici classificati dalla UE "Carc. Cat. 1" oppure "Carc. Cat. 2" in base all'Allegato 1 direttiva 67/548CEE aggiornato al 29° ATP recepito con DM 28/02/2006, in concentrazione superiore a quella indicata in Tabella. Detta concentrazione andrà riferita al peso secco dell'intero campione di rifiuto. I sedimenti che presentano superamenti dei suddetti valori di riferimento non possono essere refluiti in vasche di contenimento.

Riassumendo, In base a quanto definito dallo stato normativo attuale è necessario suddividere i sedimenti in 4 categorie, che per comodità saranno associate a quattro colorazioni standard:

- **VERDI**: sedimenti in cui nessuno degli analiti significativi supera la concentrazione limite di intervento stabilita da ICRAM (Tabella n. 2);
- **GIALLI**: sedimenti con concentrazione compresa tra il valore limite di intervento stabilito da ICRAM e il valore colonna B tabella 1, allegato 5, Parte quarta, titolo V del decreto legislativo n. 152 del 2006 e ss.mm.ii.;
- **ROSSI**: sedimenti in cui almeno uno degli analiti determinati supera la concentrazione pari al valore di colonna B tabella 1, allegato 5, parte quarta, titolo V del decreto legislativo n. 152 del 2006 e ss.mm.ii. ma inferiori ai valori limite per la classificazione delle sostanze pericolose;
- **VIOLA**: sedimenti pericolosi in cui la concentrazione di almeno uno degli analiti determinati sia superiore ai valore limite per la classificazione delle sostanze pericolose, in linea con l'Allegato D del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. - Parte IV - Titolo I e II, come indicato dall'art. 1 comma 996 della Legge n. 296 del 27 dicembre 2006, ai fini della gestione dei sedimenti contaminati; per quanto riguarda la classificazione in base al contenuto in Idrocarburi totali, sedimenti per i quali tale parametro supera il valore di 1000 mg/kg s.s. e contengono almeno uno degli IPA citati.

Il laboratorio dovrà predisporre una relazione conclusiva che comprenda la rielaborazione grafica in forma tabellare delle differenti concentrazioni riscontrate rispetto a diversi riferimenti normativi (come sopra meglio specificato).

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	10
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

## 2 SONDAGGI GEOGNOSTICI

### 2.1 Generalità

Durante l'esecuzione delle indagini dovrà essere garantita la supervisione continuativa dei lavori da parte di un tecnico laureato esperto in materia.

L'ubicazione dei punti di sondaggio e di prova deve essere tracciata con approssimazione di 1 m in planimetria e di 0.15 m in elevazione.

Ciascuna verticale di prova deve essere contraddistinta dalle coordinate x-y nella rete nazionale da una quota assoluta corrispondente al piano di campagna riferita alla rete I.G.M.

Tutte le indagini dovranno essere svolte in accordo con le Raccomandazioni sulle indagini geotecniche dell'Associazione Geotecnica Italiana.

### 2.2 Sondaggi geotecnici

I sondaggi verranno eseguiti a carotaggio continuo impiegando sonde a rotazione con requisiti idonei al tipo di indagini da eseguire.

Particolare attenzione sarà riservata alle operazioni di controllo della stabilità del foro ed alla pulizia del fondo prima dell'esecuzione di ogni prova.

### 2.3 Perforazione in terreni sciolti

Gli utensili di perforazione saranno tali da consentire l'estrazione di tutto il materiale interessato dal sondaggio senza che avvengano frantumazioni e dilavamenti. In pratica verrà evitato a tal fine l'impiego di utensili a distruzione quali triconi, fioretti, scalpelli e, quando possibile, si opererà senza fluido di circolazione.

La perforazione sarà accompagnata man mano da rivestimenti metallici a sostegno delle pareti. Il diametro interno del rivestimento dovrà comunque essere tale da permettere il prelievo di campioni indisturbati di diametro non inferiore ad 80 mm.

L'infissione dei rivestimenti avviene di norma a rotazione con fluido in circolazione dosato in modo da non arrecare eccessivo disturbo ai terreni da carotare, campionare o sottoporre a prova.

La stabilità del fondo del foro, in terreni non lapidei, verrà assicurata mediante i seguenti accorgimenti:

- le manovre di estrazione dell'attrezzo di perforazione, campionamento, ecc. devono essere eseguite con velocità molto basse nel tratto iniziale per minimizzare "l'effetto pistone";
- il battente di fluido in colonna deve essere mantenuto sempre il più alto possibile, anche facendo sporgere fino ad 1 m dal piano di lavoro l'estremità superiore del rivestimento da mantenersi pieno di fluido;
- la pulizia del fondo foro, prima di eseguire manovra di campionamento e/o prove in sito deve essere assicurata eseguendo, se necessario, apposite manovre di pulizia o di lavaggio con attrezzo a fori radiali;

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

- nel condurre la perforazione si avrà cura di osservare ed annotare velocità di avanzamento variabili o lontane dalla media, perdite di circolazione, intercalazioni tenere, ed ogni altra notizia che appaia interessante o utile; tali informazioni, e quelle dei punti precedenti, andranno registrate a cura del tecnico laureato assistente all'esecuzione e riportate nella documentazione provvisoria del lavoro.

Si esclude l'utilizzazione di fanghi di qualsiasi genere (bentonitici, polimeri, ecc.).

## 2.4 Perforazione in terreni lapidei (scogliere, grossi trovanti, manufatti, etc.)

E' richiesto un recupero di carotaggio, non inferiore allo 80%. Dovranno perciò essere adottati, se necessario, tutti quegli accorgimenti atti ad ottenere la percentuale richiesta, in particolare:

- carotieri doppi ad anima indipendente con corone normali e diamantate;
- dosaggio del fluido;
- dosaggio della lunghezza delle singole manovre;
- espulsione delle carote con applicazione di pressione idraulica tramite tampone a tenuta;
- eventuali rivestimenti protettivi.

## 2.5 Documentazione

Nel corso delle perforazioni verrà redatta la stratigrafia del terreno attraversato, ed annotati gli elementi relativi ai campionamenti ed alle prove in sito.

## 2.6 Cassette catalogatrici e fotografie a colori

I campioni e le carote, estratti man mano con il procedere della perforazione, verranno alloggiati e sistemati con cura in apposite cassette catalogatrici in polistirolo o materiale plastico.

Nell'alloggiare i campioni si avrà cura che essi rispecchino il più possibile le condizioni naturali.

Dei setti separatori verranno interposti per suddividere i recuperi delle singole manovre. Sui setti verranno scritte con chiarezza le quote rispetto al p.c. o al fondale.

Negli scomparti saranno inoltre inseriti separatori a testimoniare gli spezzoni di terreni o carota prelevati ed asportati per il laboratorio (campioni rimaneggiati, indisturbati, da SPT, ecc.) con le quote di inizio e fine di tali prelievi.

Le singole cassette dovranno essere fotografate con pellicole a colori non più tardi di 48 ore dal loro completamento.

Nella foto dovranno risultare chiaramente leggibili oltre al numero del sondaggio, tutte le quote scritte sui setti separatori.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	12
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

Dovrà ovviamente risultare nettamente rappresentato (con buona messa a fuoco) il contenuto della cassetta, per cui la foto verrà presa "dall'alto" e ad una distanza non maggiore di 2 m.

Negativo e 2 copie delle fotografie, ordinate in appositi raccoglitori, verranno allegate alla documentazione del lavoro.

## 2.7 Campioni indisturbati

Secondo necessità, natura e consistenza del terreno i campioni indisturbati vengono prelevati con uno dei seguenti campionatori che, pertanto, devono essere sempre disponibili in cantiere:

- campionatore a pareti sottili tipo Shelby
- campionatore a pareti sottili ed a pistone tipo Osterberg;
- campionatore a pareti sottili rotativo a doppia parete (tipo Mazier).

Il campionatore tipo Osterberg deve essere impiegato ogni qualvolta sia possibile in relazione alla consistenza e compattezza del terreno da campionare.

I campionatori citati devono agire indipendentemente dal rivestimento metallico provvisorio, in altre parole non sono accettabili campionatori che operano con metodo "wireline".

Le fustelle sono costituite da cilindri di acciaio inox sagomati a tagliente nella parte terminale, e dovranno avere le seguenti dimensioni:

- diametro nominale maggiore di 80 mm;
- rapporto lunghezza utile / diametro interno >6;
- rapporto delle aree compreso fra 8 e 12%;

La fustella deve essere nuova, ben pulita internamente, priva di cordoli (saldature, ecc.) ed ovalizzazioni.

L'infissione deve avvenire a pressione ed in unica tratta.

Il campionatore rotativo consiste in due tubi di acciaio, uno ruotante esterno ed uno fisso interno che ha anche la funzione diretta di contenitore per la spedizione dei campioni al laboratorio.

Il tubo interno, costituito dalla fustella già descritta, sporge da quello esterno di 2÷4 cm a seconda della consistenza del terreno da campionare.

Il campionatore rotativo viene infisso nel terreno per mezzo di rotazione e pressione, usando fluido in circolazione per l'asportazione dei detriti all'esterno del campionatore. In presenza di argille molto compatte la penetrazione della fustella può essere comunque impedita dopo una certa penetrazione dall'attrito interno campione-fustella. In questo caso si deve provvedere a creare un coefficiente di spoglia interna (inside clearance) pari allo 0,4÷1,0%.

Nell'infiggere il rivestimento, si deve evitare qualsiasi eccesso di pressione del fluido di perforazione, tale da mettere in pressione l'interno del fondo foro disturbando la zona da campionare. In pratica la pressione del fluido non deve mai superare la pressione in

10 014 PR 004 0-GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	13
---------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

sito alla quota del campionamento, e ciò deve essere attentamente controllato durante le operazioni di infissione del rivestimento, mediante un apposito manometro.

## 2.8 *Sigillatura, imballaggio e trasporto dei campioni indisturbati*

Non appena estratta e distaccata dal campionatore, ogni fustella contenente un campione indisturbato verrà controllata nella sua integrità (tagliente, ovalizzazione, ecc.), annotando eventuali danneggiamenti o anomalie.

Verrà inoltre misurata ed annotata la lunghezza del campione in essa contenuto prima e dopo l'eliminazione di eventuali residui o parti molto rammollite alle estremità.

Le estremità del campione per i terreni a grana fine (limi ed argille) verranno quindi provate con il "Pocket Penetrometer" ed il "Torvane" ed i valori saranno annotati.

Le estremità del campione verranno quindi protette con uno strato di paraffina fusa e, una volta consolidata la paraffina, sigillate con tappi ad espansione. Infine, la fustella viene chiusa con due tappi esterni fissati con nastro adesivo.

La fustella verrà quindi contraddistinta con cartellino indelebile riportante:

- località;
- sondaggio;
- numero progressivo del campione;
- profondità iniziale e finale di prelievo;
- lunghezza prima e dopo l'eliminazione di eventuali detriti;
- data di prelievo;
- campionatore impiegato.

Le fustelle saranno sistemate in cassette di legno, appositamente costruite con separatori per distanziare le fustelle l'una dall'altra e con adeguate imbottiture per assorbire le vibrazioni durante il trasporto.

Sul coperchio sarà ben visibile la dicitura "parte alta".

Durante il trasporto le cassette verranno sistemate in modo appropriato al fine di evitare indesiderati effetti legati alle vibrazioni. L'esecutore delle indagini dovrà inoltre provvedere al trasporto dei campioni prelevati presso il laboratorio geotecnico indicato dal committente.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	14
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

## 2.9 Prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.)

L'infissione del campionatore deve essere prodotta dalla caduta di un maglio di 140 lb., a sganciamento automatico, da una altezza costante di 76,2 cm. Il campionatore del tipo Raymond, apribile in due metà longitudinalmente, deve essere collegato alla massa battente mediante un'asta da perforazione da 50 mm di diametro, o di peso analogo.

Durante l'esecuzione delle prove devono essere rispettate le norme contenute nel documento "ASTM designation D 1586-67 - standard method for penetration test and split-barrel sampling of soils". La profondità massima di esecuzione della prova è di 60 m da piano di campagna.

Le prove devono essere effettuate sul fondo di un foro accuratamente pulito con rimozione totale di detriti di perforazione; per uno spessore massimo di 7,0 cm il rivestimento del foro non deve risultare in avanzamento rispetto alla quota raggiunta con la perforazione.

Prima di eseguire la prova è necessario controllare con adeguato scandaglio la quota del fondo foro confrontandola con quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente fatta; tali dati andranno annotati sulla modulistica di prova. Qualora la quota attuale per effetto di rifluimento o decantazione sia maggiore di 7 cm la prova non potrà essere eseguita e si dovrà procedere ad una ulteriore manovra di pulizia.

La prova consiste nella determinazione del numero di colpi necessario per l'avanzamento del campionatore per tre affondamenti successivi e continui di 15 cm ciascuno.

L'eventuale affondamento del campionatore per peso proprio e peso delle aste deve essere annotato e deve essere considerato già parte integrante dei 45 cm di infissione complessivi.

Superato un numero di 50 colpi per un tratto di 15 cm, la prova deve essere interrotta e l'avanzamento raggiunto deve essere annotato.

Se la differenza tra il diametro esterno delle aste ed il diametro interno della tubazione di rivestimento del foro è maggiore di 6 cm, devono essere installati dei centratori (alette di irrigidimento) ad intervalli di circa 3 m lungo la colonna di aste, per ridurre la flessibilità del sistema di carico.

I centratori dovranno essere liberi di scorrere verticalmente sulle aste interne ed è opportuno che essi siano costituiti da materiale plastico leggero e resistente.

Il campione contenuto nel campionatore deve essere accuratamente descritto, trascurando gli eventuali detriti presenti nella parte alta. Deve quindi essere sigillato in sacchetti o barattoli di plastica, contraddistinto, conservato ed inviato infine al laboratorio geotecnico secondo quanto descritto per i campioni rimaneggiati.

In presenza di ciottoli di dimensioni superiori a 15 cm o di strati cementati, la scarpa del campionatore può essere sostituita da punta conica, previa approvazione della Direzione Lavori.

Ciascuna prova deve essere registrata su apposito modulo, sul quale devono essere indicati:

- numero del foro;

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	15
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

- profondità e quota raggiunta con la perforazione;
- profondità e quota raggiunta con il rivestimento;
- profondità e quota raggiunta con la manovra di pulizia del fondo;
- profondità e quota raggiunta dall'attrezzo per il solo peso delle aste;
- profondità di inizio infissione;
- numero di colpi per ciascun tratto di 15 cm;
- tipo di aste e relativo peso per metro lineare;
- lunghezza del campione estratto, distinguendo gli eventuali detriti di fondo dal campione di terreno naturale;
- descrizione visiva del campione.

Nella stratigrafia del foro inclusa nella relazione conclusiva devono essere riportati il numero di colpi per ciascun tratto e la relativa profondità nonché le caratteristiche delle aste.

La descrizione del campione estratto contribuisce alla descrizione stratigrafica del sondaggio.

## 2.10 Prova pressiométrica (PM)

La prova pressiométrica tipo Menard consiste nell'introdurre in un foro di sondaggio una sonda cilindrica e nel farla espandere rapidamente contro le pareti del foro, misurando la conseguente deformazione volumetrica del terreno.

La prova viene eseguita in controllo di carico misurando la deformazione volumetrica corrispondente ad ogni incremento di carico. Perché i risultati della prova siano attendibili, è indispensabile che il disturbo del terreno circostante il foro di sondaggio sia ridotto al minimo. La prova pressiométrica tipo Menard potrà essere eseguita sia in terreni (pressioni massime raggiungibili  $\geq 5$  Mpa) sia in rocce tenere (pressioni massime raggiungibili  $\geq 10$  Mpa).

La normativa di riferimento per l'esecuzione della prova è ASTM D 4719-87 (1994) – Standard test Method for Pressuremeter Testing in Soils.

La sonda pressiométrica è una sonda cilindrica ad espansione idraulica, costituita da una cella di misura centrale e da due celle di guardia laterali; la cella di misura centrale piena di acqua, viene messa in pressione, fatta espandere radialmente misurandone la variazione di volume, le celle di guardia devono impedire, durante la prova, deformazioni della cella di misura che non siano quelle radiali. La sonda potrà avere un diametro compreso tra 44 mm e 70 mm, e lunghezza complessiva (somma della cella di misura e di quelle di guardia) pari ad almeno 6 volte il diametro. Le pareti della cella di misura consisteranno di una membrana interna di gomma e di un involucro deformabile esterno in grado di adattarsi alla forma progressivamente assunta dalle pareti del foro nel corso della prova, la membrana potrà essere protetta da un involucro esterno a lamelle metalliche parzialmente sovrapposte ("tubo lanternato"), qualora reso necessario dalla natura del terreno (terreni granulari contenenti ghiaia o ciottoli e rocce tenere).

10 014 PR 004 0-GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	16
---------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

Prima di iniziare ogni prova si procederà alla calibrazione del sistema determinando le perdite di pressione e le perdite di volume. Le perdite di pressione sono legate alla rigidità della membrana e delle eventuali strisce metalliche di rinforzo, per esse la calibrazione dovrà essere eseguita in superficie facendo espandere la sonda senza confinamento (in aria) e misurando le pressioni necessarie alle diverse deformazioni volumetriche, l'espansione dovrà avvenire con incrementi di pressione da 10 kPa da mantenersi per 60 secondi, con letture di volume al termine di tale tempo. Le pressioni misurate durante la prova verranno corrette detraendo il valore di pressione necessario a deformare la sonda in aria al volume corrispondente. Le perdite di volume dovute all'elasticità dei tubi di collegamento e del serbatoio aria-acqua saranno determinate in superficie introducendo la sonda pressiometrica in un tubo di acciaio rigido e di grosso spessore; la membrana della sonda verrà dilatata contro il tubo metallico indeformabile aumentando la pressione per gradi fino ai valori presumibili delle successive misure in sito.

Il tratto di foro da sottoporre a prova dovrà risultare uniforme, liscio, privo di gradini e scavernamenti. Dovrà essere ricavato con un utensile molto tagliente, senza riprese, in assenza o con un minimo di fluido di circolazione. Il diametro del foro deve essere calibrato correttamente, con il minimo eccesso possibile rispetto alla sonda, per consentire la massima dilatazione della cavità a parità di volume del fluido iniettato; ciò è utile sia per la sicurezza operativa che per la valutazione della pressione limite; il diametro di perforazione sarà quindi definito sulla base del diametro della sonda da utilizzare per la prova, e nel rispetto della seguente espressione (ASTM D 4719-87 (1994)):

$$1.03 \text{ DPM} < \text{DH} < 1.2 \text{ DPM}$$

dove:

- DPM = diametro della sonda pressiometrica
- DH = diametro del foro

Le pareti del foro devono essere rimaneggiate il meno possibile affinché la prova interessi un terreno ragionevolmente indisturbato.

Le prove devono essere eseguite esclusivamente in avanzamento e non deve esserci soluzione di continuità tra la fine della perforazione della tasca di prova e la discesa a quota della sonda pressiometrica.

Il livello piezometrico deve essere noto prima di iniziare la prova. La pressione che dovrà essere mantenuta nelle celle di guardia, durante la prova, non dovrà mai essere superiore a quella agente all'interno della cella di misura.

Una volta posizionata la cella in pressione dovrà essere incrementata con uguali intervalli di carico. Si raccomandano almeno 10 incrementi di carico; i valori di ciascun incremento di carico dovranno essere stabiliti in accordo al progetto delle indagini o definiti nel corso della prova stessa. La prova potrà essere conclusa quando l'espansione della cella nel corso di un incremento di carico diventa maggiore di circa ¼ dell'originale volume della cella di misura oppure, come nel caso delle prove in roccia, quando viene raggiunto il fondo scala della pressione applicabile.

Le letture relative alla variazione di volume della sonda dovranno essere effettuate dopo 30" e dopo 60" dall'inizio dell'applicazione di ogni incremento di carico. La prova non potrà essere eseguita se la deformazione iniziale della membrana risulta superiore a 300 cm<sup>3</sup>.

10 014 PR 004 0-GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	17
---------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

Si dovrà eseguire un ciclo di scarico-ricarico che dovrà iniziare da un generico punto appartenente al tratto pseudo-elastico della prova (quando gli incrementi nelle deformazioni diventano proporzionali agli incrementi di pressione) e dovrà comprendere almeno 1 gradino di scarico (pari generalmente al 50% della pressione raggiunta) e 3 gradini di ricarica.

## 2.11 Prove eseguite con penetrometro statico a punta piezometrica

### 2.11.1 Generalità

La prova di penetrazione con punta piezometrica è analoga ad una prova penetrometrica statica con punta elettrica, con le seguenti differenze:

- la punta deve essere munita di un filtro poroso cilindrico collegato ad un trasduttore di pressione il quale trasmette in superficie, in modo continuo, i valori della pressione dell'acqua alle varie profondità durante l'infissione;
- a quote prestabilite, la penetrazione può essere arrestata per poter osservare e registrare l'andamento nel tempo della pressione interstiziale che tende a riequilibrarsi con la pressione preesistente a quella data profondità (prova di dissipazione).

### 2.11.2 Attrezzatura

#### a) Punta piezometrica

- le caratteristiche della punta devono essere conformi agli standard europei
- il filtro poroso deve essere sostituito con uno nuovo, dopo ogni estrazione della punta piezometrica;
- il trasduttore di pressione deve essere del tipo "a bassa variazione di volume".

#### b) Dispositivi di misura e registrazione

Il dispositivo di misura deve essere costituito da una centralina di amplificazione del segnale e da:

- n.1 registratore per il tracciamento del grafico profondità/pressione interstiziale, con scorrimento della carta strettamente proporzionale (es.: 1 cm per 1 m) a quella di penetrazione della punta tramite apposito sincronizzatore;
- n.1 registratore per il tracciamento del grafico pressione interstiziale/tempo durante le prove di dissipazione (a penetrazione ferma); la velocità della carta deve quindi essere selezionabile in base alla velocità di dissipazione;
- n.1 visore (display) che consente in ogni istante di leggere direttamente, durante la prova, il valore della pressione ed il valore della profondità raggiunta dalla punta piezometrica.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	18
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

### 2.11.3 Saturazione

E' fondamentale, per una corretta esecuzione della prova, assicurarsi che la pietra porosa sia perfettamente satura e che non vi siano bolle d'aria o gas racchiuse nella camera e nel condotto che collegano il filtro al trasduttore di pressione.

A tale scopo si dovranno scrupolosamente seguire le indicazioni della casa costruttrice della punta piezometrica adottata.

Prima dell'inizio della prova dovrà essere eseguita la taratura della strumentazione elettronica collegata.

Una volta eseguita la saturazione della punta, questa deve essere inserita in una calza di gomma o equivalente piena di acqua disareata, avendo cura di operare sempre immersi in acqua in modo tale da mantenere la saturazione della punta. La calza di gomma viene lasciata "in opera" anche all'inizio della prova (gli attriti contro il terreno provvedono alla sua rottura non appena ha inizio la penetrazione nel terreno).

Prima dell'inizio della prova, verrà eseguito ove necessario un opportuno preforo fino a raggiungere il livello della falda. Tale preforo dovrà essere riempito e mantenuto pieno d'acqua prima dell'inserimento della punta piezometrica, onde evitare una eventuale perdita di saturazione della punta nell'attraversamento degli strati superficiali di terreno non saturi.

Come per il penetrometro statico a punta elettrica l'attrezzatura di spinta deve essere equipaggiata con il dispositivo ("sincronizzatore") atto a trasferire al registratore il procedere della penetrazione (avanzamento della carta proporzionale); tale dispositivo non deve funzionare (interruttore di prossimità) quando il pistone risale per inserire una nuova asta.

La batteria di aste cave di collegamento fra la punta e la superficie deve avere le seguenti caratteristiche (come per il penetrometro statico):

- diametro 36 mm
- spezzoni di lunghezza 1 m
- giunto liscio a filetto conico.

All'interno deve essere pre-inserito il cavo elettrico di collegamento.

Un anello allargatore, sistemato 50-100 cm sopra la punta, ha funzioni di alleggerimento dell'attrito laterale sulla batteria.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	19
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</p>	<p>ATI</p> 
--	---	---

#### 2.11.4 Prova con misura della pressione interstiziale

##### a) Preforo e guida

Ove necessario, al fine di raggiungere la profondità prescritta, devono essere installate una o più tubazioni fra il piano di lavoro e la quota di inizio della prova in modo da ottenere un sistema di guida avente rigidità tale da impedire la flessione della batteria penetrometrica.

In caso di preforo si deve procedere ad una o più manovre di pulizia del fondo foro per eliminare gli eventuali detriti grossolani, prima di iniziare la penetrazione della punta piezometrica.

##### b) Registrazione dati

La profondità di prova deve essere diagrammata in ordinata con scala 1 cm per 1 m di profondità. In ascisse deve essere registrata, di norma, la pressione in scala 1 cm = 100 kPa.

La documentazione giornaliera e quella finale comprendono il grafico di cui sopra.

Prova di dissipazione durante le prove di penetrazione con punta piezometrica

Alle quote indicate, comunque scelte in corrispondenza dei massimi valori (algebrici) di sovrappressione, durante l'esecuzione delle prove di penetrazione, deve essere eseguita la prova di dissipazione procedendo come segue:

1. arresto della penetrazione;
2. sollevamento della testa di spinta (pochi millimetri) affinché non gravi sulla batteria, ponendo attenzione a non "sollevare", in questa fase, anche la batteria, cioè la punta piezometrica;
3. bloccaggio della batteria (affinché il suo peso non gravi sulla punta) mediante freno o morsa;
4. scatto simultaneo del contasecondi e partenza del registratore.
5. le quattro operazioni di cui sopra devono avvenire in rapida sequenza pertanto deve essere previsto un adeguato numero di operatori addetti alla manovra.
6. in concomitanza con tempi in progressione del tipo 0.1, 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 15, 30 (minuti primi), si esegue una lettura al manometro digitale e, contemporaneamente, si segna sul grafico il tempo corrispondente;
7. le letture vengono proseguite fino ad annullare una percentuale della sovrappressione pari allo 80%=90%. Tali limiti sono comunque stabiliti in loco.

L'istante zero di arresto della penetrazione deve sicuramente corrispondere alla partenza del contasecondi.

Nella documentazione giornaliera ed in quella della prova, i valori della pressione devono essere diagrammati in ordinata, avendo in ascissa il logaritmo o la radice del tempo.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	20
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</p>	<p>ATI</p> 
--	---	---

## 2.12 Prove eseguite con piezocono

### 2.12.1 Generalità

La prova di penetrazione con piezocono avviene con le stesse modalità della prova penetrometrica con punta piezometrica, con le seguenti differenze:

- la punta, oltre ad essere munita di un filtro poroso cilindrico collegato ad un trasduttore per la misura della pressione interstiziale, è strumentata anche per la misura della resistenza di punta e per la misura dell'attrito laterale e dell'inclinazione;
- le dimensioni della punta del piezocono corrispondono agli standards europei (area alla base di 10 cm<sup>2</sup> ed angolo al vertice di 60°).

### 2.12.2 Attrezzatura

#### a) Piezocono

Le caratteristiche della punta devono essere conformi agli standard europei.

Il filtro poroso deve essere sostituito con uno nuovo dopo ogni estrazione del piezocono.

Il fondo scala del trasduttore di pressione interstiziale non deve essere inferiore a 1,5 MPa, il fondoscala del trasduttore di pressione per la resistenza di punta non deve essere inferiore a 50 MPa.

#### b) Dispositivi di misura e registrazione

Il dispositivo di misura ed acquisizione dati deve essere analogo a quello richiesto per le prove penetrometriche statiche con punta elettrica e con in aggiunta, i canali di registrazione e memorizzazione della pressione interstiziale.

Prima di iniziare la prova verranno effettuati i controlli dello zero e della calibrazione di tutti i sensori. A tal fine dovrà essere disponibile in cantiere il certificato di taratura del piezocono completo per tutti i parametri misurabili e datato non prima di mesi 6 dall'inizio delle operazioni; il certificato di taratura verrà allegato al rapporto finale sulle indagini.

### 2.12.3 Saturazione

Per una corretta saturazione del piezocono si dovranno seguire le stesse modalità descritte per la punta piezometrica e comunque ci si atterrà scrupolosamente a quanto previsto dalla casa costruttrice del piezocono.

Valgono per il resto le indicazioni già riportate per la punta piezometrica.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	21
-------------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</p>	<p>ATI</p> 
--	---	---

## 2.13 Prove penetrometriche dinamiche continue

### 2.13.1 Generalità

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica e si effettua tramite infissione per battitura di tale punta alla quale viene via via aggiunta una batteria di aste.

### 2.13.2 Descrizione dell'attrezzatura

L'attrezzatura consiste di due batterie: la prima di aste (interna), la seconda di tubi metallici (esterna), concentriche, e di un dispositivo di infissione agente a percussione.

All'estremità inferiore della batteria di aste interne è collegata una punta conica di diametro 50.8 mm e angolo di apertura pari a 60°.

Le aste devono avere peso pari a  $4.6 \pm 0.5$  kg/m. All'estremità inferiore della batteria di tubi esterni, il cui diametro è 48 mm (peso 5.3 kg/m circa), è avvitata una scarpa sagomata a tagliente; l'intercapedine tra diametro interno della scarpa e diametro esterno delle aste interne non deve superare  $0.2 \div 0.3$  mm. Al di sopra della scarpa tale intercapedine deve essere non minore di 2 mm.

Il dispositivo di infissione della punta deve essere costituito da un maglio di peso di 73 kg che cade liberamente da un'altezza di 75 cm; per l'infissione del rivestimento, l'altezza di caduta può essere qualsiasi. L'asta, alla cui estremità inferiore è collegata la punta conica, deve essere perfettamente calibrata negli ultimi 50 cm.

### 2.13.3 Modalità di prova.

La prova consiste nell'infingere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 30 cm, misurando il numero di colpi ( $N_p$ ) necessari; dopo 30 cm di penetrazione della punta deve essere infisso il rivestimento rilevando ancora il numero di colpi ( $N_r$ ).

La prova di regola viene interrotta quando  $N_p$  o  $N_r$  supera il valore di 100. L'approfondimento della prova nei casi in cui  $N_p$  o  $N_r$  siano maggiori di 100 richiede l'esecuzione di un preforo rivestito. Le tubazioni di rivestimento devono avere di norma un diametro nominale massimo di 100 mm.

La punta conica deve sporgere dalla batteria di tubi esterni non più di 30 cm in qualsiasi fase della prova. Ciò per evitare che attriti laterali sulle aste alterino i dati di resistenza  $N_p$  misurati.

Le due batterie, aste interne collegate alla punta e tubi esterni, devono essere libere per tutta la durata della prova. Nel caso di blocco delle due colonne, a seguito di materiale nell'intercapedine, la prova deve essere sospesa; prima di estrarre le batterie, l'esecutore deve mettere in atto tutti gli accorgimenti dettati dall'esperienza atti a sbloccare le due colonne.

Fra testa di battuta alla sommità delle batterie e il piano di campagna deve essere installato almeno un centratore con funzioni di guida e di irrigidimento.

10 014 PR 004 0-GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	22
---------------------	--	----

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p> 
--	--	---

#### 2.13.4 *Dati da fornire al committente*

La documentazione deve comprendere:

- tabella dei valori delle resistenze  $N_p$  e  $N_r$  misurate alle diverse profondità per ciascuna prova;
- altezza di caduta del maglio durante l'infissione del rivestimento;
- grafico di  $N_p$  in funzione della profondità;
- grafico di  $N'_r = 0.75N_r/H'$  in funzione della profondità, essendo  $H'$  l'altezza media di caduta del maglio sul rivestimento;
- lo schema di eventuale preforo per l'esecuzione della prova.

#### 2.14 *Rapporto finale sulle indagini*

L'esecutore, a completamento dei lavori, emetterà un rapporto finale. Tale rapporto comprenderà:

- descrizione delle attività di campagna;
- attrezzatura impiegata per sondaggi ed attrezzature di supporto;
- durata delle operazioni, eventuali interruzioni causa e durata;
- descrizione di eventuali fenomeni non aspettati riscontrati;
- esatta ubicazione plano-altimetrica dei sondaggi effettuati;
- stratigrafie con descrizione degli strati attraversati e con risultati delle prove in sito, restituiti nella forma specificata, e con tutte le informazioni e dati esplicitamente richiesti per ogni operazione effettuata o prova eseguita;
- descrizione generale, in forma di sintesi, delle condizioni del suolo riscontrate e descrizione della natura degli strati riconosciuti;
- fotografie a colori dei campioni prelevati e catalogati, delle cassette catalogatrici, delle attrezzature e del cantiere.

Copie delle stratigrafie e dei risultati parziali verranno consegnati alla Direzione Lavori e al Progettista durante l'esecuzione dei sondaggi.

I moduli riportanti i profili stratigrafici e le rilevazioni grafiche e numeriche delle prove in sito dovranno essere redatti sin dall'inizio (quindi anche per le consegne intermedie) riferendo tutte le quote progressive di avanzamento in foro allo zero I.G.M.

Il rapporto finale dovrà essere completo in ogni dettaglio e ben organizzato per una agevole lettura.

10 014 PR 004 0- GEO	Piano di indagini per le successive fasi progettuali	23
-------------------------	--	----



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**

**Piano di indagini per le successive fasi progettuali**

ATI



INGEGNERIA

**ViA**  
servizi

## ALLEGATO 2

### COMPUTO METRICO

SONDAGGI A MARE									
Articolo	DESCRIZIONE	U.M.	Par. Ug.	Lungh	Larg.	H/Peso	Quantità	IMPORTI	
								Unitario	Totale
<b>BONIFICA BELLICA</b>									
OM.02.01	Bonifica preventiva di fondo marino, preliminare alla esecuzione di escavazioni, da eseguirsi per il tramite di palombaro e/o sommozzatore in possesso dei requisiti di Legge per l'effettuazione di tali operazioni, da condursi con idonea apparecchiatura per il rilevamento della presenza di masse metalliche interrate nel sedime marino incluso ogni onere per la rimozione degli eventuali ordigni per il tramite del competente Nucleo SDAI della Marina Militare.	m²		200,00	25,00		5.000,00	1,63	8.150,00
TOTALE BONIFICA BELLICA									<b>8.150,00</b>
<b>NOLI MEZZI MARITTIMI</b>									
	Nolo piattaforma natante per esecuzione di opere a mare con mezzi pesanti	gg	14,00				14,00	3.000,00	42.000,00
	Nolo piattaforma natante per esecuzione di opere a mare con mezzi pesanti: MOB E DEMOB	gg	2,00				2,00	3.000,00	6.000,00
TOTALE NOLO MEZZI MARITTIMI									<b>48.000,00</b>
<b>SONDAGGI A MARE</b>									
IG.01.01	Approntamento dell'attrezzatura di perforazione a rotazione	cad	1,00				1,00	667,35	667,35
IG.01.03.a	Installazione dell'attrezzatura di perforazione in corrispondenza di ciascun punto di indagine	cad	3,00				3,00	257,34	772,02
IG.01.05.a	Perforazione a carotaggio continuo (0-20m)	m	3,00	20,00			60,00	55,88	3.352,80
IG.01.05.b	Perforazione a carotaggio continuo (20-40m)	m	3,00	20,00			60,00	65,94	3.956,40
IG.01.05.c	Perforazione a carotaggio continuo (40-60m)	m	3,00	20,00			60,00	84,69	5.081,40
IG.01.08	Sovrapprezzo per cls e roccia	m	3,00	5,00			15,00	53,74	806,10
IG.01.20.a	Prelievo campioni indisturbati (0-20m)	cad	3,00			1,00	3,00	87,63	262,89
IG.01.20.b	Prelievo campioni indisturbati (20-40m)	cad	3,00			2,00	6,00	97,51	585,06
IG.01.20.c	Prelievo campioni indisturbati (40-60m)	cad	3,00			2,00	6,00	114,63	687,78
IG.01.23	Cassette catalogatrici	cad	36,00				36,00	34,66	1.247,76
Prezzo di mercato	Prove pressiometriche - Esecuzione prova pressiometrica MPM con pressimetro tipo Menard. E' compreso quanto occorre per dare la prova completa dell'elaborazione e dei diagrammi. Per ogni prova.	cad	3,00				3,00	826,33	2.478,99
TOTALE SONDAGGI A MARE									<b>19.898,55</b>
<b>PROVE PENETROMETRICHE STATICHE</b>									
Prezzo di mercato	Approntamento del penetrometro per prova penetrometrica statica con punta elettrica con piezocono (CPTU), compreso il carico e lo scarico e la revisione a fine lavori. Per ciascun approntamento	cad	1,00				1,00	607,00	607,00
IG.01.02	Trasporto in andata e ritorno dell'attrezzatura compreso il viaggio del personale dalla sede dell'Ente appaltante al cantiere	km	2,00	30,00			60,00	3,17	190,20
Prezzo di mercato	Installazione o reinstallazione dopo preforo del penetrometro per prova penetrometrica statica con punta elettrica con piezocono(CPTU) in ciascun punto di indagine, compreso il primo Per ogni installazione	cad	3,00				3,00	261,00	783,00
Prezzo di mercato	Calo delle aste e del rivestimento del penetrometro a vuoto o in acqua dal piano pontone fino al fondo marino Per ogni metro	m	3,00			10,00	30,00	18,00	540,00
Prezzo di mercato	Esecuzione di prova penetrometrica statica con punta elettrica con piezocono(CPTU) con penetrometro avente capacità di spinta minima 10t, equipaggiato per la misura e registrazione della resistenza di punta qc e di attrito laterale fs e della pressione interstiziale U, compresa l'elaborazione e la restituzione grafica dei dati Per ogni metro di prova	m	3,00			50,00	150,00	25,50	3.825,00
Prezzo di mercato	Esecuzione durante prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono(CPTU), di prove di dissipazione della pressione interstiziale U in funzione del tempo T, compresa la restituzione grafica dei dati Per ogni ora o frazione di ora	h	3,00				3,00	185,00	555,00
TOTALE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE									<b>6.500,20</b>
<b>PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI INDISTURBATI</b>									
IG.02.01	Apertura di campioni indisturbati contenuti in fustella cilindrica (PVC, ferro, inox, ecc.) mediante estrusione, con esecuzione di prove di consistenza speditive mediante Pocket Penetrometer e/o Torvane per ogni campione	cad	15,00			7,00	105,00	11,79	1.237,95
	per ogni metro o frazione di metro di campionatura	ml	180,00			1,00	180,00	11,79	2.122,20
IG.02.08	Determinazione del peso di volume allo stato naturale (peso specifico apparente) su provino avente diametro superiore o uguale a 40 mm	cad	13,00			1,00	13,00	19,09	248,17
IG.02.010	Determinazione della massa volumica allo stato naturale mediante pesata idrostatica	cad	13,00			1,00	13,00	12,91	167,83

Articolo	DESCRIZIONE	U.M.	Par. Ug.	Lungh	Larg.	H/Peso	Quantità	IMPORTI	
								Unitario	Totale
IG.02.011	Determinazione del peso specifico assoluto dei grani (media di 2 determinazioni)	cad	13,00			1,00	13,00	36,70	477,10
IG.02.013	Determinazione del limite di liquidità e plasticità, congiuntamente	cad	13,00			1,00	13,00	48,79	634,27
IG.02.015	Analisi granulometrica mediante vagliatura, per via secca, per quantità inferiori o uguali a 5 kg, con un massimo di 8 setacci	cad	13,00			1,00	13,00	33,89	440,57
IG.02.019	Analisi granulometrica per sedimentazione	cad	13,00			1,00	13,00	43,38	563,94
IG.02.052	Determinazione della resistenza al taglio "di picco" tramite prova di taglio diretto	cad	18,00			1,00	18,00	81,15	1.460,70
IG.02.053	Determinazione della resistenza al taglio "residua", su provini indisturbati o rimaneggiati e ricostruiti, con almeno 6 rotture dopo la prima. Per ogni provino	cad	18,00			1,00	18,00	80,97	1.457,46
IG.02.058	Prova triassiale non consolidata non drenata (UU) su provino avente diametro inferiore o uguale a 40 mm	cad	11,00			1,00	11,00	95,83	1.054,13
IG.02.031	Prova di permeabilità diretta eseguita in cella triassiale su provino avente diametro inferiore o uguale a 40 mm ed altezza inferiore o uguale ad 80 mm	cad	7,00			1,00	7,00	108,10	756,70
IG.02.059	Prova triassiale consolidata non drenata (CU) su provino avente diametro inferiore o uguale a 40 mm ed altezza inferiore o uguale a 80 mm, eseguita con misura della pressione nei pori, compreso il calcolo e la preparazione dei diagrammi (s1 - s3) - e, DU - e, A - e. Per ogni provino	cad	9,00			1,00	9,00	155,18	1.396,62
IG.02.062	Sovrapprezzo per prove su provini aventi diametro compreso tra 40 e 100 mm. Per ogni provino	cad	13,00			1,00	13,00	47,13	612,69
IG.02.35	Prova edometrica a incrementi di carico controllati (IL) su provini di diametro 40-100 mm con intervalli di carico di 24 ore, con pressione massima compresa tra 3-5 N/mm <sup>2</sup> (30-50 kgf/cm <sup>2</sup> ) per un numero di 8 incrementi nella fase di carico e 4 nella fase di scarico, con misura e calcolo di almeno 5 valori del modulo edometrico E. È compreso quanto occorre per dare la prova completa.	cad	9,00			1,00	9,00	171,55	1.543,95
Prezzo di mercato	Compenso per la determinazione dei coefficienti di consolidazione (cv), di permeabilità (k) di compressibilità (mv), nel corso delle prove edometriche (IL), compresa la preparazione dei diagrammi cedimento tempo, una terna per ognuna delle prove edometriche previste.	cad.	9,00			1,00	9,00	38,73	348,57
<b>TOTALE PROVE PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI INDISTURBATI</b>									<b>14.522,85</b>

## INDAGINI AMBIENTALI

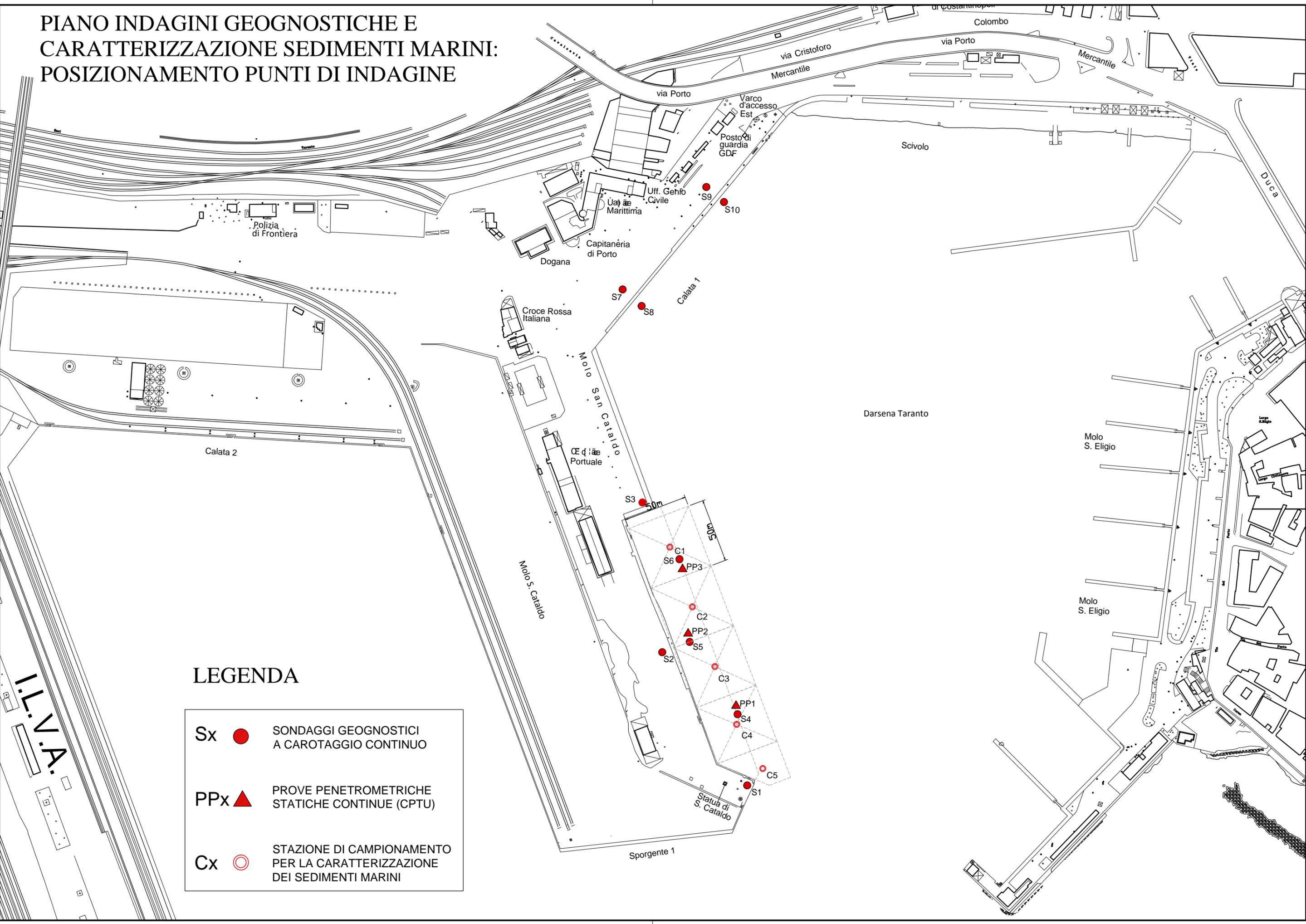
Articolo	DESCRIZIONE	U.M.	Par. Ug.	Lungh	Larg.	H/Peso	Quantità	IMPORTI	
								Unitario	Totale
<b>PRELIEVI CAMPIONI SEDIMENTI MARINI E ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DI LABORATORIO</b>									
IG.01.01	Approntamento dell'attrezzatura di perforazione a rotazione	cad	1,00				1,00	667,35	667,35
IG.01.03.a	Installazione dell'attrezzatura di perforazione in corrispondenza di ciascun punto di indagine	cad	5,00				4,00	257,34	1.029,36
IG.01.05.a	Perforazione a carotaggio continuo (0-20m)	ml	38,50				38,50	55,88	2.151,38
IG.01.20.a	Prelievo campioni indisturbati (0-20m)	cad	50,00				50,00	87,63	4.381,50
IG.05.01	Sovrapprezzo per il campionamento di terreni contaminati le cui caratteristiche chimiche debbano rimanere inalterate durante la perforazione ed il prelievo; in particolare qualora il campionamento si realizzi nel corso di sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, questi ultimi, al fine di impedire il trascinamento in profondità degli inquinanti durante la perforazione, dovranno essere effettuati per quanto possibile a secco e a bassa velocità, così come l'infissione del rivestimento, ovvero con utilizzo in avanzamento di acqua chiara di chimismo ben conosciuto e di additivi biodegradabili anch'essi di chimismo definito per il rivestimento del foro, oltre all'adozione, prima e durante la perforazione, dei seguenti accorgimenti tecnici: pulizia dell'impianto di perforazione prima dell'inizio del lavoro, pulizia dell'asta di perforazione e rimozione dei lubrificanti nelle zone filettate prima e dopo ogni sondaggio, pulizia del carotiere prima dell'inizio del lavoro e dopo ogni manovra (comunque al minimo ogni metro), pulizia di ogni strumento di misura e dei campionatori inseriti in foro prima e dopo								
a	per ogni metro lineare di sondaggio	ml	38,50			1,00	38,50	19,56	752,98
b	per ogni prelievo	cad	50,00			1,00	50,00	30,67	1.533,53
TOTALE PRELIEVI CAMPIONI SEDIMENTI MARINI E ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DI LABORATORIO									<b>10.516,10</b>
<b>PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI INDISTURBATI</b>									
IG.02.015	Analisi granulometrica mediante vagliatura, per via secca, per quantità inferiori o uguali a 5 kg, con un massimo di 8 setacci	cad	27,00			1,00	27,00	33,89	915,03
IG.05.54	pH - potenziometria	cad	27,00				27,00	7,99	215,73
Prezzo di mercato	Detrminazione del contenuto naturale d'acqua ASTM D 2216)	cad	27,00			1,00	27,00	11,00	297,00
Prezzo di mercato	Prelievo e preparazione di campione eseguito da chimico specializzato per esecuzione di successive analisi chimiche, microbiologiche, fisiche ed ecotossicologiche di terreno da eseguire durante i sondaggi a rotazione, compreso a l'incidenza della fustella, il trasporto ai vari laboratori ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;	cad.	42,00				42,00	35,00	1.470,00
Prezzo di mercato	Analisi da eseguire su n° 27 campioni pari al 100% degli stessi per determinare la concentrazione dei seguenti parametri: granulometria, contenuto di acqua, pH, potenziale redox, Al, As, Cd, Cr tot, Fe, Hg, Ni, Cu, Pb, Sn, Zn, V, Benzene PCB, IPA, HI>12, HI<12, N, P, TOC. Sono compresi, la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;	cad	27,00				27,00	750,00	20.250,00
Prezzo di mercato	Analisi da eseguire su n° 5 campioni pari al 20 % del totale per determinare la concentrazione dei seguenti parametri: clorofenoli, clorobenzeni, pesticidi organoclorurati, composti organostannici, HCB, BTEX, enterococchi fecali, coliformi, salmonella, clostridi, salmonella, stafilococchi, miceti e lieviti.. Sono compresi, la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;	cad	5,00				5,00	250,00	1.250,00
Prezzo di mercato	Analisi da eseguire su n° 5 campioni pari al 20 % del totale per determinare la concentrazione dei seguenti parametri: diossine, furani e amianto. Sono compresi, la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;	cad	5,00				5,00	1.050,00	5.250,00
Prezzo di mercato	Analisi ecotossicologiche mediante l'impiego di una batteria di saggi biologici costituita da almeno tre specie applicati ad almeno n° 2 matrici ambientali costituite da fase solida e acqua interstiziale da eseguire su n° 5 campioni. Sono compresi, la preparazione dei campioni, la restituzione dei risultati in formato cartaceo e digitale ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;	cad	5,00				5,00	1.050,00	5.250,00
TOTALE PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI INDISTURBATI									<b>34.897,76</b>

 <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><b>PROGETTO PRELIMINARE</b></p> <p><b>Piano di indagini per le successive fasi progettuali</b></p>	<p>ATI</p>  <p>INGEGNERIA</p> 
--	--	--

### ALLEGATO 3

#### PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEL PIANO DI INDAGINI

# PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERIZZAZIONE SEDIMENTI MARINI: POSIZIONAMENTO PUNTI DI INDAGINE



## LEGENDA

- Sx ● SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO
- PPx ▲ PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CONTINUE (CPTU)
- Cx ○ STAZIONE DI CAMPIONAMENTO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI

A3\_297 x 420 1:1000 piano\_di\_indagini\_28\_09\_2010.dwg